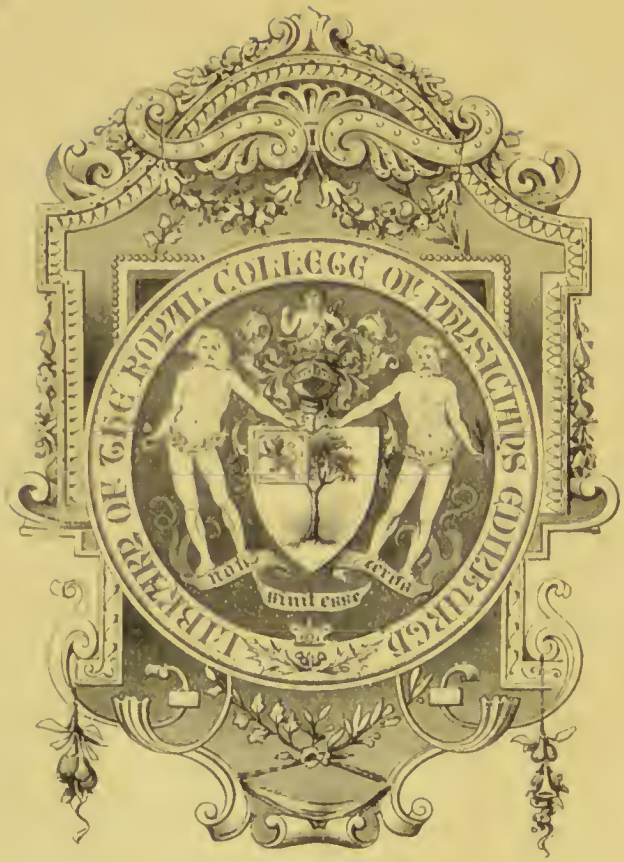

PRESS MARK
Press No. ...Fc*.....
Shelf No. ....5.....
Book No. ..49. .....

R52286

Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/b21966382

Die Psychologie

in Einzeldarstellungen

Herausgegeben von

H. Ebbinghaus † und E. Meumann

II. Band

Psychologie

der

Raumwahrnehmung des Auges

von

Dr. Stephan Witasek

Heidelberg 1910

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung

Psychologie
der
Raumwahrnehmung des Auges

Von

Dr. Stephan Witasek

Mit 47 Figuren im Text

Heidelberg 1910
Carl Winter's Universitätsbuchhandlung

Verlags-Nr. 434.

BIBLIOTH.
COLL. REG.
MED. EDIN.

Alle Rechte, besonders das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, werden vorbehalten.

Vorwort.

Nichts liegt mir ferner, als etwa einen bequemen Auszug aus unseren großen Handbüchern geben zu wollen. Die „Psychologie in Einzeldarstellungen“ braucht etwas anderes, und wenn ich mich gerne dazu verstanden habe, die Raumwahrnehmung des Auges zu übernehmen, so war es deshalb, weil ich längst wußte, was uns trotz der monumentalen Werke eines Helmholtz, eines Hering, und neuerdings an Zoths vorzüglicher Zusammenfassung (in Nagels Handbuch) nur um so fühlbarer, auch trotz Bourdon u. a. noch mangelt.

Wie in der Erforschung der Sinnesfunktionen überhaupt, so waren es auch für die Raumwahrnehmung des Auges vornehmlich Physiologen und physiologische Interessen, dann wohl auch Kliniker, denen wir nicht nur die ersten erfolgreichen Anfänge, sondern bald auch ganz unvergleichlich reiche Forschungsernte zu verdanken hatten. Ihr Erbe ist das Grundkapital, mit dem wir weiter operieren, ein reicher Schatz von zuverlässigen Beobachtungen und Einzeldaten, die, das Peripherische zumal fast vollständig umfassend, die Grundfesten für jeden weiteren Aufbau abgeben. Ihr Erbe ist es aber auch, daß in der dermaligen wissenschaftlichen Behandlung unseres Gebietes rein physiologische Interessen und Gesichts-

punkte noch in so hohem Grade vorherrschen, daß die Psychologie dabei verkürzt erscheint und das seiner Natur nach denn doch auch psychische Tatsachengebiet für sie gleichsam erst wieder neu entdeckt hat werden müssen; eine Folge des historischen Ganges der Entwicklung, deren Nachhaltigkeit um so bemerkenswerter ist, als schon das erste Herantreten selbst an verhältnismäßig wenig komplizierte Tatsachen hier oft genug verspüren läßt, wie man ihnen dermalen nur von der psychischen ihrer „zwei Seiten", nicht von der physischen beikommen kann. Allerdings war ja auch Helmholtz schon nicht mehr der erste, der, diesen Umständen Rechnung tragend, sich stellenweise „psychologischer Erklärungen" und Konstruktionen bedient hat. Aber schon Hering hat die teilweise Unzulänglichkeit dieser Psychologie erkannt und sie als störend empfunden; vielfach ist seitdem die Meinung aufgekommen, nach der nicht nur gerade *diese* Psychologie, sondern die Psychologie überhaupt, zum mindesten für dies Gebiet, als unzulänglich und irreführend galt. Doch dem mag sein wie immer; vom rein physiologischen Standpunkt aus hat man ein gewisses Recht, die Beihilfe rein psychologischer Daten und Methoden zu verschmähen. Nur ist es dann natürlich, daß man auf diesem Wege zu einem allseitig abgeschlossenen, in sich zusammenhängenden Bilde nicht kommen kann. Wir sehen dies z. B. an Zoths in ihrer Art so vorzüglichen Darstellung. Sie bietet in der Hauptsache ein außerordentlich reichhaltiges, nach dem heutigen Stande der Forschung geradezu vollständiges und deshalb in seinem Werte kaum zu überschätzendes Repertorium der Einzeldaten, vornehmlich jedoch der Einzeldaten des mehr nur peripherischen Geschehens, auch da noch mit besonderer Berücksichtigung des

Meßbaren, und selbst dabei mit wohl geflissentlichem Übersehen von Komplikationen, die durch Beteiligung zentralerer, also höherer psychischer Prozesse verursacht werden. Es ist nicht zu verkennen: Die Einzeldaten stehen nur lose verbunden nebeneinander und sie erschöpfen nicht die gesamte Tatsächlichkeit der visuellen Raumwahrnehmung. Es kann dies aber auch nicht anders sein. Sehr viele und sehr wesentliche Merkmale der einzelnen Raumwahrnehmung sind von der physischen Seite her gar nicht, sondern nur von der psychischen Seite, ihrem Bewußtseinstatbestande her, zugänglich, und ganz besonders gilt dies noch von ihren Zusammenhängen und Wechselbeziehungen. Der konsequente Physiologe geht daran vorüber. Sein Bild bleibt unvollständig.

Inzwischen ist die Psychologie erstarkt und leistungsfähiger geworden. Sie sieht die Lücken und nimmt sich ihrer an. Sie weiß, daß sie fürs Physiologische der Mitarbeit des Physiologen nicht entraten kann. Doch strebt sie nach dem wissenschaftlichen Bilde des Ganzen und geht darauf aus, es in seinen inneren natürlichen Zusammenhängen darzustellen; ein Ziel, das Zustimmung erheischt, auch wenn vielleicht die Mittel, die ihm dienen, mit den vorzüglichsten des Physiologen an Exaktheit und Zuverlässigkeit nicht überall — an manchen Punkten aber auch schon dies — vergleichbar sind.

Das ist die Aufgabe, in deren Dienst der vorliegende Versuch sich stellt. Es soll das Ganze unseres Gebietes in geschlossenen psychologischen Zusammenhang gefügt und in innerlich begründeter natürlicher Abfolge zur Darstellung gelangen.

Daß es dabei, auch abgesehen von der Art der Zusammenfassung des Stoffes und des in Beziehungsetzens

der einzelnen Teile, ohne einige Neuerungen nicht abgehen konnte, ist natürlich, und ich hoffe, daß sie sich jeweils, seien sie nun größeren oder geringeren Gewichts, aus dem Zusammenhange als gerechtfertigt erweisen werden. Äußere und innere Grenzen waren mir gesteckt, um derentwillen es beim Versuch und beim Entwurf der Grundlinien hat bleiben müssen. Man möge, wo man die Grenzen spürt, sie nicht als Negationen der Idee des Buches nehmen; man möge aber auch nicht gar zu leicht in ihnen nur tadelnswerten Mangel sehen.

Graz, November 1909.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	V—VIII
Einleitung	1— 16
1. Die Raumwahrnehmung provisorisch aufgefaßt als auf eine eigene Art von Sinnesempfindung gegründet	1— 6
2. Die weiteren psychischen Faktoren der Raumwahrnehmung	6— 16
1. Kapitel. Die Raumvorstellung. Der Raumreiz	17— 34
1. Beschreibung der Raumvorstellung in ihren verschiedenen Arten	17— 32
2. Der Raumreiz und die Art seiner Zuordnung zur Raumempfindung	32— 34
2. Kapitel. Die Raumempfindung	35—290
a) Bei monokularem Sehen mit unbewegtem Auge	35—101
α) Gegenüber dem zweidimensionalen Gesichtsfelde	35— 70
1. Fragestellung und methodische Prolegomena	35— 40
2. Mittel zur Orientierung auf der Netzhaut	40— 42
3. Die Anordnung der Höhen- und Breitenwerte	42— 55
4. Blinder Fleck, Sehschärfe, minimum visibile, Gesichtsfeldgrenzen	55— 70
β) Das monokulare Sehen mit unbewegtem Auge und die Tiefendimension	70—101
1. Vorgängige theoretische Erörterungen . .	70— 80

Seite

2. Die Bedeutung der Akkommodation, der Konvergenz, der Parallaxe des indirekten Sehens und der Knotenpunktsparallaxe für die monokulare Tiefenwahrnehmung bei unbewegtem Auge . . . . . 80— 87
3. Die „unbestimmte Tiefe" . . . . . 87—101

b) Das binokulare Sehen mit unbewegten Augen 102—194

α) Gegenüber dem zweidimensionalen Gesichtsfelde . . . . . 102—119

1. Allgemeine Erörterungen über den binokularen Sehraum . . . . . 103—106
2. Das binokulare Sehfeld im Vergleich zum Gesichtsfeld . . . . . 106—108
3. Das Zusammenwirken des beiderseitigen monokularen Sehens zum binokularen . 109—119

β) Das binokulare Tiefensehen mit unbewegten Augen . . . . . 119—194

1. Allgemeine Fragen . . . . . 119—130
2. Leistungen des binokularen Tiefensehens mit unbewegten Augen . . . . . 130—135
   aa. Absolut . . . . . 131—133
   bb. Relativ . . . . . 133—135
3. Grundlagen der binokularen Tiefenwahrnehmung . . . . . 135—173
   aa. Konvergenz . . . . . 135—141
   bb. Querdisparation. Stereoskopie . . . 141—173
4. Die Doppelbilder und ihre Tiefenlokalisation . . . . . 173—186
5. Horopter und Kernfläche . . . . . 186—194

c) Die Raumwahrnehmung unter der Mithilfe von Bewegungen des Auges . . . . . 194—290

1. Die allgemeine Bedeutung der Augenbewegungen und die Erweiterung des Gesichtsfeldes durch dieselben . . . . . 194—199
2. Die der Erweiterung des Sehraumes durch Augenbewegungen zugrunde liegenden psychischen Gebilde . . . . . 200—245

Seite

aa. Psychologische Analyse der unter Mitwirkung von Augenbewegungen zustande kommenden Raum- (Wahrnehmungs-)Vorstellungen aus dem erweiterten Gesichtsraum; die Bewegungsempfindungen . . . . . 200—224

bb. Die Theorie Herings: Der absolute Raumwert bestimmt durch die Aufmerksamkeitsrichtung . . . . . 224—228

cc. Versuch einer Ergänzung der Heringschen Theorie . . . . . 228—245

3. Das Gesetz der identischen Sehrichtung . 245—268

4. Bedeutung der Rollung und Aberration. Das Listingsche und das Donderssche Gesetz 268—285

5. Kopf- und Körperbewegungen . . . . . 285—290

3. Kapitel. Anteil und Bedeutung der Vorstellungsproduktion . . . . . 291—338

1. Allgemeines . . . . . 291—306

2. Die Wahrnehmung von Raumgestalten . 306—325

3. Die Wahrnehmung von räumlichen Bewegungen . . . . . 325—338

4. Kapitel. Anteil der Erfahrung an der Raumwahrnehmung . . . . . 339—406

1. Allgemeines . . . . . 339—348

2. Erfahrung und Tiefenwahrnehmung . . 348—360

3. Erfahrung und Perspektive . . . . . 360—389

4. Die Sehgröße . . . . . 389—406

5. Kapitel. Theoretische Schlußbemerkungen 407—414

Anmerkungen . . . . . 415—447

Sachregister . . . . . 448—454

Einleitung.

1. Der Gesichtssinn vermittelt uns eine vorzügliche Wahrnehmung von der räumlichen Beschaffenheit unserer Umgebung. Wir sehen die Größe und die Gestalt der Gegenstände, ihre räumliche Lage, Ruhe oder Bewegung, und erkennen vermittelst der Augen ihre Abstände voneinander und von uns. Dabei lassen sich alle diese Wahrnehmungen in unserem Bewußtsein ihrem Charakter nach ganz ebenso als unmittelbare Ergebnisse der bloßen Sinnestätigkeit an, wie die der Farben oder der Töne, und man hätte danach zunächst gar keinen Anlaß, in ihnen ihrer Herkunft nach im allgemeinen etwas anderes zu erblicken als in diesen.

So ist es natürlich, daß die Vulgärpsychologie in diesem Punkte von jeher eben dieser Meinung war und auch heute noch ist. Aber selbst wenn sie damit in noch so weitem Ausmaße das Richtige getroffen haben sollte, so wird es doch stets als ein nicht gleichgültiger theoretischer Gewinn zu betrachten sein, daß die Wissenschaft schon früh und oft mit dieser Auffassung das Auslangen nicht finden zu können gemeint hat. Die Forschung ist dadurch in Tiefen geführt worden, die ihr sonst wohl verschlossen geblieben wären, weil ihr der Anlaß gefehlt hätte, sie aufzusuchen. Und was sie dabei zutage gefördert hat, das ist vielleicht weniger gerade nur für die Psychologie des räumlichen Sehens als für die all-

gemeine Psychologie überhaupt, insbesondere die genetische, von aufklärendem Belange; denn es scheint, daß wir in der Raumwahrnehmung des Auges, so wie sie heute ist, ein Stadium der Entwicklung vor uns sehen, das im Vergleiche zur Entwicklung, die die anderen Sinnesgebiete bereits durchmessen haben, zwar nicht auf halbem, so doch immer noch auf dem Wege liegt; so daß wir in der glücklichen Lage sind, ein anschauliches Paradigma der Entwicklung psychischer Gebilde aufzeigen zu können, an dem gleichzeitig noch die Wurzeln und schon die Ziele der Entwicklung mit einiger Deutlichkeit zu gewahren sind, und Fingerzeige zu entnehmen für Gang und Wesen der psychischen Phylogenese überhaupt.

Freilich mögen sich solche Gedanken vom heutigen Zustand unserer Kenntnisse aus wie vage Zukunftsträume ansehen; und es muß zugegeben werden, daß sie sich derzeit ins Einzelne nicht weit, und das nur schwer, verfolgen lassen. In allgemeinen Zügen aber läßt sich der Gegensatz zwischen empiristischer und nativistischer Theorie der Raumwahrnehmung heute schon unter dieser Perspektive sehen und verwerten. Man muß dazu den Blick nur soweit über das Nächstliegende hinausschweifen zu lassen sich entschließen, daß man in Tatsachen, die, wie etwa die Tiefenlokalisation der Doppelbilder, sich ihrer Beschaffenheit nach gleichschwer der empiristischen wie der nativistischen Auffassung restlos einordnen, auch wirklich Zwischenstadien sieht; und anderen hinwiederum, die sich dem Nativismus restlos fügen, dabei aber — man denke z. B. an die Besonderheiten der peripheren Lokalisation — in ihrer gegenwärtigen Beschaffenheit für ihren der empiristischen Auffassung gemäßen Ursprung deutlich Zeugnis geben, diesen Ursprung nicht rundweg abspricht.

Allerdings erweitert sich dabei der Sinn des Empirismus über die Bedeutung der individuellen Entwicklung hinaus. Er zieht dann nicht nur das mehr in Betracht, was seinen eigentlichen Grundgedanken ausmacht, daß nämlich unsere sogenannte Raumwahrnehmungsvorstellung nicht (wie der Nativismus meint) unmittelbares Ergebnis der Sinnestätigkeit ist, wie etwa die Wahrnehmungsvorstellungen der Farben und der Töne, sondern daß sie mittelbar auf Sinnesempfindungen ganz anderer Art und Beschaffenheit beruhen, die erst durch weitere im individuellen Leben vor sich gehende psychische Verarbeitung und Erfahrung die räumliche Bedeutung erhalten; nicht das hat er dann nur mehr in Betracht zu ziehen, sondern es handelt sich ihm dann auch noch um das allmähliche Entstehen der Raumwahrnehmungsvorstellung in der psychischen Entwicklung der Art, der Generationen.

Als Ergebnis einer solchen der Phylogenese angehörigen Entwicklung kann nun im einzelnen recht wohl ein psychisches Gebilde vorliegen, das heute durchaus dem Nativismus entspricht, indem es seinem Wesen nach nunmehr tatsächlich unmittelbare Sinnesempfindung ist. So kommt darin der Gegensatz der Theorien zum Ausgleich und zur Versöhnung. Nur darf man nicht meinen, mit dem Hinweis darauf die Kontroverse zwischen empiristischer und nativistischer Auffassung überhaupt aus der Welt zu schaffen. Denn was im heutigen entwickelten Bewußtsein unmittelbare Empfindung, was, trotz des äußeren Aspektes der Empfindung, Ergebnis einer psychischen Vermittelung ist, das ist die Frage, und zwar eine Frage von größtem Interesse sowohl für die spezielle wie auch für die allgemeine Psychologie.

Wenn wir im vorstehenden den Gegensatz „un-

mittelbare Sinnesempfindung oder nicht" aufgestellt haben, so war er immer so gemeint, daß die Raumvorstellung auf jeden Fall, sei es unmittelbar oder mittelbar, aus den Sinnesempfindungen irgendwelcher Art hervorgeht; wie es dem Grundgedanken der Gegenüberstellung „Angeboren — Erworben" entspricht. Er kann aber auch noch in anderem Sinne gefaßt werden, nämlich so, daß die Negation der Sinnesempfindung gleichsam in der entgegengesetzten Richtung über diese hinausführt. Die Empfindung der Farbe ist wohl bereits etwas Subjektives, sie ist aber als „Materie" immer noch ein Ergebnis der Sinnestätigkeit, ihr gegenüber ist die räumliche Form etwas in besonderem, höherem Sinne Subjektives, weil sie macht, daß das Mannigfaltige der Erscheinung in gewissen Verhältnissen geordnet werden kann, und daher zur aposteriori durch die Sinne gebotenen Materie aus unserer psychischen Konstitution heraus als apriorische „Form" hinzutritt, welche nicht wieder irgendwie den Sinnen entstammen kann. Kant hat diese Lehre bekanntlich nicht in psychologischem, sondern in erkenntnistheoretischem Interesse aufgestellt, und sie wird auch heute noch mehr von diesem Gesichtspunkte aus zu würdigen sein. Sie ist aber doch auch mit dem psychologischen Gegensatz von Empirismus und Nativismus in Zusammenhang gebracht worden, merkwürdigerweise aber so, daß sie mitunter von beiden Teilen für sich in Anspruch genommen worden ist. Und in der Tat läßt sie sich in beider Sinne deuten. Daraus mag man entnehmen, daß sie psychologisch überhaupt nicht sonderlich charakteristisch ist, zum mindesten aber für die oben bezeichneten allgemeinen und besonderen psychologischen Interessen ohne wesentlichen Belang. Wir werden daher nicht Anlaß nehmen, sie eigens zu dis-

kutieren, sondern es der Darstellung der Einzeltatsachen überlassen, zu zeigen, ob und inwieweit die Theorie auf sie angewiesen ist.

Dagegen gewinnt die Psychologie der Raumwahrnehmung des Auges — und mit ihr teilweise geradezu auch die allgemeine Psychologie — ein gänzlich verändertes Aussehen, je nachdem sie entweder, etwa nach Helmholtz', Wundts, Bains, Donders oder Volkmanns Prinzipien, also unter Zurückführung auf Erfahrungen irgendwelcher Art, über Deckung verschiedener Bilder mit denselben Netzhautteilen, über Muskelempfindungen, in empiristischem, oder auf den Grundlagen Johannes Müllers, Panums, Herings, Stumpfs und anderer in nativistischem Sinne dargestellt wird. Man wird daher vielleicht verlangen, daß entweder schon vor dem Eintritt in die Behandlung der Spezialtatsachen eine begründete Entscheidung zwischen beiden getroffen und dann als Grundlage der Darstellung festgehalten werde, oder, daß die Darstellung des einzelnen zunächst völlig neutral und unabhängig bleibe. Wir wollen aber nichtsdestoweniger im folgenden eine dritte Methode anwenden, die sich, wie zu hoffen steht, gleich anfangs als die natürlichste, schließlich als sachgemäß und überdies als methodisch korrekt erweisen wird. Wir haben eingangs darauf hingewiesen, daß sich die sogenannte Raumwahrnehmung des Auges ihrem unmittelbaren Aspekte im Bewußtsein nach durchaus als vom Charakter der bloßen Sinneswahrnehmung darstellt. Wir haben daran erinnert, daß es deshalb der Vulgärpsychologie durchaus geläufig ist, sie als echte Sinneswahrnehmung zu nehmen. Wir können hinzufügen, daß es auch für die wissenschaftliche Psychologie zum mindesten keine handgreiflichen Momente gibt, die ihr die gleiche Auf-

fassung von Anfang an verwehrten. So liegt es am nächsten, in die wissenschaftliche Behandlung der Tatsachen von diesem gleichsam vorgegebenen Standpunkte aus einzutreten und ihn festzuhalten, bis nicht vielleicht einmal bei näherem Eindringen die Tatsachen selbst ihn aufzugeben zwingen. Wir beabsichtigen also, zunächst so vorzugehen wie sonst bei der psychologischen Behandlung eines der wohlakkreditierten Sinnesgebiete, nämlich vorerst nach dem Verhältnis von Reiz zu Empfindung, und dann nach der weiteren psychischen Verarbeitung der Empfindungen zu den Wahrnehmungsvorstellungen zu fragen. Sind wir dann zu Ende, so wird ein Rückblick auf den zurückgelegten Weg, seine allfälligen Hindernisse und Abweichungen, die gegenseitige Geltung der beiden Theorietypen abzuwägen gestatten.

2. Haben wir uns nun entschlossen, unser Tatsachengebiet — wenn auch zunächst nur provisorisch — als Sinnesgebiet in strenger Bedeutung des Wortes zu behandeln, so dürfen wir dieses Vorhaben andererseits doch auch nicht überspannen. Jedes Sinnesgebiet vermittelt uns die Wahrnehmung von Gegenständen, in keinem Sinnesgebiete aber ist das Endergebnis des Wahrnehmungsprozesses, die Wahrnehmung selbst also, ausschließlich Empfindung. Es wäre daher ganz aussichtslos und wider jede Analogie, wenn wir ohne weiteres alles, woraus sich die optische Raumwahrnehmung konstituiert, als Sinnesempfindung zu nehmen uns anschicken wollten, und der Weg zum richtigen Verständnis der zu behandelnden Tatsachen wäre damit von vornherein bereits verlegt. Wir werden vielmehr darauf bedacht sein müssen, die Erfahrungen, die wir über den Gang der Entwicklung der endlichen Wahr-

nehmung aus der ursprünglichen Empfindung von anderen, theoretisch klareren Wahrnehmungsgebieten her besitzen, auf die Analyse unseres Falles anzuwenden.

Wenn wir demnach die verschiedenartigen Komponenten, die in ihrem Zusammenwirken die volle Wahrnehmung auszumachen pflegen, theoretisch sondern, um schließlich das reine Empfindungselement bloßzulegen, so stoßen wir vor allem auf gewisse Urteilstatbestände, die der Wahrnehmungstatsache teils wesentlich und regelmäßig zugehören, teils zwar unwesentlich, aber doch häufig und gleichsam automatisch unmittelbar folgen. Die wesentlichen bestehen in dem für jede Wahrnehmung konstitutiven Existenzialurteil: Wer wahrnimmt, der hat, unbeschadet jeder wie immer lautenden erkenntnistheoretischen Lehre, die Überzeugung von dem Dasein des wahrgenommenen Gegenstandes; und diese Überzeugung ist, wie jede andere Überzeugung auch, bereits ein Urteilsakt und keine Vorstellung mehr.[1] Die unwesentlichen Urteile sind von mannigfaltigerer Art; doch sind sie es, welche das Erlebnis in verschiedener Weise zu bereichern und mit dem übrigen Wissensbestande des Individuums in Zusammenhang zu bringen vermögen. Es sind vor allem die sogenannten Benennungs- und Wiedererkennungsurteile, die da in Betracht kommen, und die die sofortige Auffassung des eben wahrgenommenen individuellen Gegenstandes als eines Gegenstandes bestimmter Art und bestimmten Namens leisten.[2] Aber auch Vergleichungsurteile können unter Umständen, wenn auch seltener, in solch enger Verbindung mit einer Wahrnehmung stehen; und gerade in der Psychologie der Raumwahrnehmung hat man solchen unmittelbaren Vergleichungsurteilen mitunter eine entscheidende Bedeutung beigemessen. Daß aber auch die anderen,

eben genannten Urteilsarten an der Raumwahrnehmung beteiligt sind oder beteiligt sein können, unterliegt schon bei flüchtiger Betrachtung keinem Zweifel. Für das Existenzialurteil ist das beinahe selbstverständlich; und das Benennungsurteil ist unerläßlich bei einem Vorgange, dem man in der Raumwahrnehmung besondere Bedeutung beizumessen von jeher gewohnt ist: der erfahrungsmäßigen Auslegung des unmittelbar oder ursprünglich Wahrgenommenen. Diese erfahrungsmäßige Auslegung spielt ja freilich auch auf anderen Gebieten eine Rolle. Man hat z. B. eine gewisse Geräuschempfindung — und nimmt dadurch die Anwesenheit einer Maus im Zimmer wahr; oder man sieht gewisse Bewegungen an einer Person und meint unmittelbar ihre seelische Erregung, Freude, Zorn wahrzunehmen. Welch breiten Raum sie indes gerade auf unserem Gebiete einnehmen, das werden wir an entsprechender Stelle ausführlich zu erörtern haben, wie auch, inwiefern ein Urteil unerläßlich daran beteiligt ist.

Aber nicht nur Urteil ist es, wodurch diese erfahrungsmäßige Auslegung des ursprünglich Wahrgenommenen zustande kommt, sondern es sind notwendig auch Vorstellungsprozesse daran beteiligt, Vorstellungsprozesse, die gegebenenfalles nicht unmittelbar durch den äußeren Reiz als Empfindungen, sondern eben durch die Empfindungen, wohl im Wege der Assoziation als Reproduktion zur Anregung gelangen, und wir kommen damit auf eine weitere Komponente der kompletten Wahrnehmung zu sprechen: Die reproduktiven Zutaten.

Der Anteil, der den reproduktiven Zutaten am Aufbau und an der Gestaltung der vollen Wahrnehmungsvorstellung zukommt, ist keineswegs erst der modernen Psychologie geläufig geworden. Er ist

schon der empirischen Psychologie des XVIII. Jahrhunderts, z. B. Sulzer, bekannt, findet sich in den Anfängen der Assoziationspsychologie, bei Locke und Hartley, ja sogar schon in der Psychologie der Scholastik[3] angedeutet und ist später theoretisch gerne ausgenützt worden, so daß er schließlich geradezu eine gewisse Popularität erlangt hat. Dennoch dürfen wir uns keineswegs auch nur halbwegs ausreichender Bekanntschaft mit ihm rühmen, und es genügt schon ein kurzer Versuch zur Verfolgung des Vorganges, um inne zu werden, daß uns die Kenntnis des einzelnen noch durchaus mangelt. Daran hat auch die experimentelle Forschung unserer Zeit noch nichts Wesentliches geändert. Man muß sich vorläufig immer noch mit dem Schema begnügen, wie es etwa durch folgendes Beispiel geboten ist. Das Anhören der geläufig gesprochenen Sprache bietet in der Regel — wenn sie nämlich nicht gerade mit absichtlicher Sorgfalt und etwa gar oratorischer Schulung behandelt wird — der Empfindung durchaus nicht das unversehrte und vollständige Kollektiv der Laute, aus denen die Wörter tatsächlich bestehen; was sich der bloßen Empfindung darbietet, gäbe vielmehr in Wahrheit nur mehr oder weniger verstümmelte Bruchstücke der intendierten Wörter, und dies in um so höherem Grade, je mangelhafter die Aussprache, je undeutlicher vernehmbar sie ist. Trotzdem versteht jeder, der der Sprache mächtig ist, die Rede ohne Schwierigkeit, so lange nur die geschilderten Mängel ein gewisses Maß nicht überschreiten. Wie ist das möglich? Wir sagen: durch unwillkürliche restitutio in integrum des von der bloßen Empfindung Gebotenen mittelst Reproduktion. Die in der Empfindung ausgebliebenen Laute werden reproduktiv ergänzt, die entstellten Laute werden

zurecht gemodelt. Daß eine solche Mitwirkung der Gedächtnisdispositionen dabei den Ausschlag gibt, erkennt man, wenn es überhaupt eines besonderen Beweises bedarf, daran, daß das Verstehen dem Zuhörer nur dann gelingt, wenn er die Sprache genügend beherrscht. In einer fremden Sprache Gesprochenes verstehen wir unter Umständen ohne alle Schwierigkeit, wenn sich der Redner korrektester und deutlichster Aussprache bedient, nicht aber, wenn er sich, wie im alltäglichen mündlichen Verkehre, gehen läßt; die Reproduktionsdispositionen der Wörter der fremden Sprache sind nicht genügend parat und leistungsfähig, um durch solche Bruchstücke angeregt zu werden. Der Fall (und er ist geradezu ein allgemeiner Typus) liegt also psychologisch vollkommen klar — solange man sich auf der Oberfläche hält. Er ist aber voll von ungelösten Problemen, sobald man ihn näher zu beschreiben und genauer zu analysieren versucht. Den Beweis für diese Behauptung können wir an dieser Stelle sparen. Nur auf eines sei hingewiesen, was gerade auch für die Psychologie der Raumwahrnehmung von Belang sein wird. Wie geht denn eigentlich, genau besehen, die in Rede stehende reproduktive Beeinflussung der unmittelbaren Sinnestätigkeit vor sich? Treten die reproduzierten Elemente einfach neben und zwischen die (übrigens in ihrer Beschaffenheit nur durch den Reiz bestimmten) Empfindungselemente? Und behalten sie dabei den psychologisch-deskriptiven Charakter von reproduzierten Vorstellungen, oder nehmen sie, so innig verwoben mit wirklichen Empfindungen, etwa selbst auch den von Empfindungen an? Oder beeinflussen die auf Grund früherer Eindrücke erworben vorliegenden Reproduktionsdispositionen den durch den Sinnesreiz eingeleiteten Empfindungsprozeß be-

reits während seines Ablaufes so direkt, daß die diesem Sinnesreiz entsprechende Empfindung modifiziert wird und anders ausfällt, als wenn er allein ohne Hinzukommen früher erworbener Reproduktionsdispositionen für sie maßgebend gewesen wäre? Man sieht, das sind drei psychologisch grundverschiedene Möglichkeiten, die theoretisch ganz verschiedene Behandlung fordern. Nach welcher vollzieht sich nun der unleugbare „Einfluß der Erfahrung" auf die Wahrnehmung? Vielleicht ist man von vornherein geneigt, sie je nach Umständen alle als verwirklicht gelten zu lassen. Aber wann und unter welchen Bedingungen macht sich dieser Einfluß nach der ersten, wann nach der zweiten, wann nach der dritten der drei skizzierten Möglichkeiten geltend? Das ist die Frage, die da zu lösen ist, und die man sich besonders auch bei der Analyse der Raumwahrnehmung des Auges stets gegenwärtig halten muß. —

Wir haben bis nun vorgemerkt, daß das Urteil und die Reproduktion an der Wahrnehmung mitwirken. Wir haben damit noch nicht alles genannt, was in dieser Beziehung, von der reinen Empfindung abgesehen, anzuführen ist. Ja man kann sagen, daß gerade noch das gewichtigste Moment aussteht.

Die Einzelempfindungen dringen — das gilt, auch wenn wir uns auf die Betrachtung eines Sinngebietes beschränken — in der Regel zugleich in großer Zahl und Verschiedenheit auf uns ein. Bliebe es bei diesen Empfindungen und käme nichts weiter dazu, so hätten wir jeweils ein Chaos zahlreicher sinn- und zusammenhangloser Einzelelemente. Wir nehmen aber Gegenstände wahr, Gegenstände von zumeist mehr oder weniger kompliziertem Aufbau. Die Vorstellungen dieser Gegenstände setzen sich zusammen aus einer Anzahl von Einzelempfindungen, die aus dem Chaos

der übrigen herausgehoben erscheinen, die zu einem Ganzen zusammengefaßt und innerhalb desselben in einer bestimmten Ordnung untereinander in Zusammenhang gebracht sind. Die Zusammenfassung kann sich aber auch auf Empfindungen beziehen, die nicht gleichzeitig vorliegen, sondern einander folgen, so daß Komplexe entstehen, in deren Natur und qualitativer Bestimmtheit es liegt, zeitlich ausgedehnt zu sein. Ein naheliegendes Beispiel für diesen Fall ist die Wahrnehmungsvorstellung eines gesprochenen Wortes oder einer Melodie; für den anderen die eines Akkordes, einer räumlichen Gestalt. Es handelt sich da um eine der psychologisch wichtigsten und interessantesten Angelegenheiten. Gleichwohl ist die Theorie, im Gegensatze zum zuvor besprochenen Punkte, erst in unseren Tagen auf sie so recht aufmerksam geworden. Der Aufbau und die Zusammenordnung der Bestandstücke werden ja, gerade so wie die Sinnesqualitäten, vergegenständlicht (in den Gegenstand projiziert), und so lag es nahe, sie gerade so als im äußeren Gegenstande gelegen und für unmittelbar empfunden zu nehmen wie diese; zumal ja die Zusammenfassung in der Regel doch einander verwandte und ähnliche, überdies dem objektiven Ursprunge nach irgendwie zusammengehörige Empfindungselemente betrifft. So begreiflich es also ist, daß der hier vorliegende Tatbestand in seiner Eigenart so lange übersehen, d. h. kurzweg als bloße unmittelbare Empfindung genommen worden ist, so genügt andererseits doch auch schon die einfache Beobachtung, daß bei gänzlich unverändertem Reizbestande und unveränderter Funktion des Organes, also, wie man wohl annehmen muß, bei gleichem Ausfall der direkten Empfindungen, dennoch unter Umständen verschiedene Wahrnehmungsvorstellungen

herauskommen, um erkennen zu lassen, daß hier neben den durch die äußeren Reize ausgelösten Empfindungen noch ein anderer subjektiv angeregter Faktor im Spiele sein muß, von dem die Zusammenordnung der durch die Empfindung gebotenen Bestandstücke, der Aufbau der „Gestalt", sei es nun einer zeitlichen, wie Rhythmus, Melodie, oder einer räumlichen, wie etwa geometrischen Form, abhängt, und der, je nachdem er in dieser oder jener Weise an dem von der Empfindung gebotenen Materiale angreift, mit dem gleichen Materiale verschiedene Gestalten ergeben kann. Heute ist man auf diesen überaus wichtigen Faktor von verschiedener Seite her aufmerksam und sucht ihn theoretisch klar zu stellen. Es ist nicht zu verwundern, daß sich bisher eine einheitliche Auffassung noch nicht durchzusetzen vermocht hat. Wir werden uns im folgenden — es ist nämlich ganz unmöglich, in der Psychologie der Raumwahrnehmung von diesem Faktor abzusehen — der Theorie bedienen, die am weitesten im einzelnen ausgeführt und am klarsten konzipiert und durchgebildet erscheint und die unseres Erachtens den Tatsachen am besten gerecht wird, der Lehre von der sogenannten Vorstellungsproduktion; „Produktion" deshalb, weil ihr Grundgedanke, auf unseren Fall angewendet, besagt, daß das Zusammentreffen der entsprechenden Empfindungen im Bewußtsein Anlaß gibt zur Auslösung eines Prozesses, als dessen Ergebnis ein neues Vorstellungselement mit durchaus eigenartigem Inhalt zustande kommt, das in eigentümlicher Weise auf die Inhalte der Empfindungen aufgebaut, von ihnen abhängig ist (das Eigentliche des „Gestalt"gedankens als solchen), und das zusammen mit den Empfindungen, und diese zu einer Einheit zusammenfassend die Gestaltvorstellung aus-

macht. Es ist hier nicht der Ort, die in Rede stehende Theorie ausdrücklich zu begründen und ausführlicher darzulegen[4], diese Andeutungen müssen genügen, zumal sich alles Nötige besser später an der zuständigen Stelle des konkreten Problemes beibringen lassen wird. Vorläufig haben wir nur ganz im allgemeinen vorzumerken, daß der Inhalt der Wahrnehmungsvorstellung selbst, abgesehen von den reproduktiven Zutaten, durchaus nicht immer nur aus den Inhalten der zugehörigen Empfindungen besteht, sondern daß er in den meisten Fällen noch ein anderes, eigenartiges, nicht der Empfindung, sondern der Vorstellungsproduktion entstammendes Inhaltselement enthält, das sich auf jenen gleichsam aufbaut und sie zu einem einheitlichen Ganzen zusammenfügt. —

Erst jetzt sind alle Faktoren beisammen, die sich nebst den Empfindungen an dem Aufbau der Wahrnehmung beteiligen: Urteil (worunter auch das allfällige Aufmerksamkeitsmoment mit befaßt sein mag), reproduktive Zutaten und Vorstellungsproduktion. Will man an einem gegebenen psychischen Wahrnehmungstatbestande die reine Empfindung herauspräparieren, so muß man alles zur Seite räumen, was diesen drei Faktoren zugehört. Das gilt überall und gilt besonders auch von der visuellen Raumwahrnehmung.

Wir werden also im folgenden zunächst darauf Bedacht haben müssen, aus dem konkreten Ganzen der jeweiligen Raumwahrnehmung die unmittelbare reine Empfindung herauszulösen. Diese Aufgabe hat gegenüber den Urteilsbestandteilen der Wahrnehmung keine besondere Schwierigkeit. Von ernstlichem Belang wird sie erst, wenn es sich um die theoretische Abtrennung gegen die reproduktiven Zutaten und

gegen die der Produktion entstammenden Momente handelt. Da mag sich in einzelnen Fällen zu spezieller Analyse und Diskussion ausgiebiger Anlaß finden. Im allgemeinen aber und fürs erste dürften folgende Direktiven ausreichen. Alles, was als Empfindung soll in Anspruch genommen werden können, muß ein objektives, dingliches Korrelat haben, das die Rolle des Sinnesreizes zu spielen vermag. Inhaltsteile, für die ein solches Korrelat nicht aufzuweisen ist, sind nicht Empfindungselemente, sondern entweder reproduktive oder produzierte Zutaten. Die Entscheidung zwischen den beiden letzteren Möglichkeiten hat sich dann vor allem daran zu halten, daß die produzierten Inhalte ihrer Natur nach unselbständige Inhalte sind, d. h. daß sie immer nur zusammen mit anderen (in letzter Linie selbständigen) Inhalten, von denen sie abhängen, auf denen sie sich aufbauen, auftreten können; überall dort, wo durch das bloße Zusammensein von Inhaltselementen im Gesamtinhaltsbestande eine Veränderung, Inhaltsbereicherung, Inhaltsverschiebung eintritt, überall dort hat Produktion einen Anteil, während die reine Empfindung dort zutage tritt, wo die psychische Wirkung des Sinnesreizes gleichsam für sich allein gelassen und nicht mit anderen Inhaltsteilen irgendwie in Zusammenhang gebracht wird. Dies die allgemeinen Grundregeln für die gegenseitige Abgrenzung der drei verschiedenen Inhaltsgruppen; im einzelnen birgt, wie gesagt, gerade diese Abgrenzung mitunter die schwierigsten und strittigsten Probleme, die dann nur mit besonderen, der jeweiligen Sachlage eigens angepaßten indirekten Mitteln zu bearbeiten sind.

Unser Plan ist nun, zuerst das reine Empfindungselement aus der Raumwahrnehmung herauszulösen und das Verhältnis zwischen Reiz- und Empfindungs-

variation klarzustellen, d. h. zu untersuchen, welche Empfindungsqualitäten zu bestimmten vorgegebenen Reizqualitäten gehören; und dann wollen wir sehen, wie sich der Empfindungsbestand durch das Hinzukommen von Reproduktion, Produktion und Urteil zur vollen, fertigen Wahrnehmung ausgestaltet.

Vorher aber ist noch etwas beizubringen, was für jede sinnespsychologische Untersuchung die unerläßliche Grundlage und Voraussetzung abgibt. Soll nämlich die Zuordnung bestimmter Reizqualitäten zu bestimmten Sinnesqualitäten ermittelt werden, so muß vor allem der Reiz selbst sowohl wie auch der Inhalt der Empfindung, jeder in seinen sämtlichen Variationen, für sich bekannt sein. Erst dann ist man in der Lage, die Zuordnungen zu ermitteln. Wir werden daher als nächstes eine Beschreibung einerseits des Raumreizes, andererseits des Inhaltes unserer Raumvorstellung zu gewinnen trachten müssen, wobei es vorläufig wiederum unentschieden bleiben mag, was und wieviel von diesem Inhalte auf Rechnung reiner Empfindung, was auf Rechnung anderer Faktoren zu kommen hat.

1. Kapitel.

Die Raumvorstellung. Der Raumreiz.

1. Unsere nächste Aufgabe ist also, eine systematische Beschreibung des Inhaltes der Raumvorstellung zu geben. Wir sollen dadurch eine geordnete Übersicht über alle Modifikationen, die dieser Inhalt unter verschiedenen Umständen erleidet, über deren Beschaffenheit und ihre gegenseitigen Beziehungen gewinnen.

Die Beschreibung des Inhaltes einer Vorstellung, zumal des Inhaltes der Raumvorstellung, läßt sich von selbst so an wie eine Beschreibung des Gegenstandes, und zwar des unmittelbaren, immanenten, nicht des „äußeren", transzendenten Gegenstandes; natürlich keineswegs wegen etwaiger Identität zwischen Inhalt und immanentem Gegenstande — die beiden sind so verschieden, wie nur immer Reales, wenn auch psychisch Reales, von Idealem verschieden sein kann —, sondern lediglich deshalb, weil zwischen den Bestimmungsstücken des Inhaltes und den Eigenschaften des immanenten Gegenstandes eine durchgängige gesetzmäßige Beziehung oder Parallelität derart besteht, daß wir den Inhalt durch Angabe der Merkmale des Gegenstandes zu charakterisieren vermögen, und weil es uns viel natürlicher ist, mit den immanenten Gegenständen zu operieren als mit den Inhalten. Wir werden daher im folgenden von der Unterscheidung zwischen immanentem Gegenstande und Inhalt in der Regel nicht weiter Notiz zu nehmen brauchen und uns ohne Schaden an jenen

halten können, wo es uns eigentlich um diesen zu tun ist.

Noch eine zweite orientierende Vorbemerkung sei uns gestattet. Man darf, wenn eine Beschreibung der Raumvorstellung zu liefern ist, nicht zu viel verlangen. Vielmehr erweist sich die Raumvorstellung auch darin dem Charakter der Sinnesempfindungen verwandt, daß eine Definition ihres Inhaltes natürlich schon gar nicht, eine Beschreibung nur insoweit möglich ist, als es sich um die Art und den Aufbau der Mannigfaltigkeit, die sich aus der Gesamtheit der Modifikationen des zu beschreibenden Inhaltes ergibt, im übrigen nur mehr um indirekte Charakteristiken handelt, während es gänzlich außerhalb des Bereichs jeder Beschreibung liegt, eine anschauliche Vorstellung des Elementes selbst, aus dem sich jene Mannigfaltigkeit zusammensetzt, als eines Einfachen und Ursprünglichen zu vermitteln; hier, wie bei jedem einfachen Sinnesinhalte, kann dies nur durch Erfahrung und unmittelbare Anschauung geleistet werden.

In diesem Sinne also sei es gemeint, wenn wir uns nunmehr wirklich an die Beschreibung des Inhaltes unserer Raumvorstellung machen.

Da ist nun vor allem eines zu bemerken. Das, was wir uns gewöhnlich unter Raumvorstellung denken, hat einen Inhalt, der sich keineswegs als einfach oder unzusammengesetzt darstellt. Diese Raumvorstellung ist stets die Vorstellung eines ausgedehnten, gleichviel ob unendlich oder begrenzt ausgedehnten, Raumes; und nachdem im allgemeinen jede Ausdehnung kleinere Ausdehnungen in sich schließt und in solche zerlegt gedacht oder tatsächlich zerlegt werden kann, so ist auch der Inhalt dieser Raumvorstellung als etwas Komplexes zu be-

trachten, das aus den Inhalten der Vorstellungen nicht weiter zerlegbarer Raumdaten — sie seien „Raumelemente" genannt — besteht.

Wir wollen hier einschalten, daß sonach als Raumempfindung im strengen und eigentlichen Sinne nur eine solche Wahrnehmungsvorstellung gelten kann, deren Inhalt einem einzigen Raumelement zugehört, anders ausgedrückt, ein „Elementar-(raum)inhalt" ist.

Die Elementarinhalte treten zusammen zu jenem Komplex, den wir die Raumvorstellung, genauer deren Inhalt zu nennen pflegen. Dabei ist jedoch wichtig zu bemerken, daß sie dies in zweierlei Weise tun können, und daß es deshalb zwei voneinander wesentlich verschiedene Raumvorstellungen gibt. Was damit vom Raum als im ganzen und allgemeinen gesagt ist, das gilt in völlig analogem Sinne von jedem räumlich ausgedehnten Gegenstande und läßt sich daran gut verdeutlichen. Ich habe eine „Vorstellung" von der Sonne, nach welcher sie ein dreidimensional ausgedehntes, nahezu kugeliges Gebilde von über zweihundert Erdradien Durchmesser, also von riesigen, geradezu unvorstellbaren Dimensionen ist, in einer Entfernung von anderthalb Millionen Kilometern irgendwo im Weltraum schwebend. Ich habe aber auch noch eine zweite Vorstellung von der Sonne, in der sie sich ganz anders ausnimmt, und die ich gerade direkt durch die Sinneswahrnehmung erhalte, etwa wenn ich sie im Untergehen knapp über dem Horizont erblicke. In dieser Vorstellung erscheint sie als eine kreisrunde Scheibe — von Dreidimensionalität ist nichts darin enthalten — in der Größe etwa eines mäßigen Wagenrades und in einer Entfernung, welche gewiß nicht sehr wesentlich über die des entferntesten Berges am Horizonte hinausgeht. So sehe ich die

Sonne, so stellt sie sich mir dar, wenn ich sie in anschaulicher Vorstellung, etwa gar Wahrnehmungsvorstellung, erfasse. Jene andere Vorstellung dagegen ist keine anschauliche, sondern eine unanschauliche Vorstellung, also von einer Art des Gegenstanderfassens, die man genauer vielleicht überhaupt nicht mehr ein Vorstellen nennen wollte; sie enthält das, wie ich mir die Sonne „denke", als „wirklichen" Gegenstand denke, und denken muß, wenn ich alle meine Wahrnehmungen und Erfahrungen über sie, ihre und der übrigen Himmelskörper Bewegungen widerspruchslos miteinander vereinbaren will. Die eine Vorstellung ist also unmittelbares anschauliches Datum der Sinneswahrnehmung, die andere Ergebnis gedanklicher Konstruktion, auf Grund einer Mehrheit von Sinneswahrnehmungen.

Genau so wie sich nach diesem Beispiele unser Vorstellen einem einzelnen räumlichen Dinge gegenüber verhält, genau so verhält es sich auch mit dem Raume überhaupt. Nur geht hier die Gewinnung der einen, vermittelteren von den beiden Vorstellungen, also der unanschaulichen, aus der anderen ohne wissenschaftliche Arbeit, sondern in der Regel geradezu unwillkürlich in der Entwicklung eines jeden Individuums vor sich, und die Verschiedenheit zwischen den beiden Vorstellungen reduziert sich in der Hauptsache auf die verschiedene Rolle, welche den Elementarinhalten in ihnen zukommt.

Ist der Inhalt der Raumvorstellung wesentlich durch den Komplex der Elementarinhalte gegeben, und genügen diese Elementarinhalte, in ihrer natürlichen Ordnung zusammengefügt, vollständig, den Inhalt der Raumvorstellung auszumachen, so haben wir es mit der anschaulichen, unmittelbaren und ursprünglichen Raumvorstellung zu tun.

Sind aber die Elementarinhalte gewissermaßen nur die Substrate des Inhaltes, nicht (in ihrer Totalität) der Inhalt selbst, indem sie lediglich als Grundlagen oder Glieder für Relationen fungieren, die dazu dienen, Raumbestimmungen indirekt zur Vorstellung zu bringen, die direkt (anschaulich), mangels des zugehörigen Elementarinhaltes nicht vorgestellt werden können, so gibt das eine unanschauliche Raumvorstellung, in der sich der Raum so darstellt, wie wir ihn „wirklich" denken.

In dieser Vorstellung denken wir den Raum als einen alles umfassenden, einzigen, weil nach den drei Dimensionen der Höhe, Breite und Tiefe unendlich ausgedehnten. Nach dieser Vorstellung ist uns der Raum ein unendlicher Komplex aus unendlich vielen, unendlich kleinen und allseitig unendlich nahe aneinander gelagerten Raumelementen, also ein unendliches, dreidimensionales Kontinuum. Die Raumelemente (räumlichen Einzelbestimmungen, Örter, Punkte) sind jedes für sich räumlich eindeutig bestimmt und unveränderlich und in dieser Beziehung von jedem anderen verschieden, im übrigen aber durchaus qualitätslos. Die allgemeinsten Eigenschaften dieses Raumes kommen in den Euklidschen Axiomen zum Ausdruck, und eine allseitige speziellere Beschreibung liefert die auf den Euklidschen Axiomen fußende Geometrie.

In der in Rede stehenden unanschaulichen Raumvorstellung erfassen wir also etwas Unendliches. Es ist dies dadurch möglich, daß es sich dabei nicht um eine direkte, sondern um eine indirekte Vorstellungsweise handelt. Dieselbe kommt folgendermaßen zustande. Wir fassen zunächst die Lagebeziehung zwischen zwei anschaulich vorliegenden Raumelementen nach Distanz und Richtung auf; dann über-

tragen wir diese Relation auf zwei andere Raumelemente, von denen uns aber nur mehr eines, als an der Grenze des anschaulich gegebenen Raumes gelegen, direkt erfaßbar ist, während uns das zweite nur mehr dadurch erfaßbar wird, daß wir es als zu diesem nach Distanz und Richtung als in eben jener Relation stehend denken. Dabei erfassen wir also, allerdings indirekt, ein Raumelement, das bereits jenseits der Grenze des uns anschaulich Zugänglichen liegt. Von da aus können wir nun aber wieder in gleicher Weise zu einem zweiten, von diesem zu einem dritten usw. Raumelemente jenseits dieser Grenze vordringen, und gewinnen dabei die Evidenz, daß sich aus dieser Reihe heraus ihrer Natur nach niemals ein Hindernis zu ihrer Fortsetzung ergeben kann; und diese Evidenz ist es, in der wir die Unendlichkeit zu denken in den Stand gesetzt sind.

Die andere, die anschauliche Raumvorstellung, ist von der eben geschilderten nach Inhalt und immanentem Gegenstand wesentlich verschieden.

Vor allem ist es immer nur ein endlicher, begrenzter Raum, den sie zur Vorstellung bringt. Dieser Raum liegt nun auch anschaulich vor, indem er durch die aneinander gereihten Elementarinhalte selbst repräsentiert wird, nicht mit Hilfe von auf diesen sich aufbauenden Relationen. Die Tatsächlichkeit seiner äußeren Grenzen kann wohl empirisch leicht demonstriert werden; theoretisch und für die psychologische Beschreibung birgt sie — die Begrenzung durch ein Nichts — freilich einige Schwierigkeit. Aber nicht nur nach außen weist dieser Raum Grenzen auf; er hat auch Grenzen in seinem Inneren — man erinnere sich des blinden Flecks — die sich allerdings noch mehr als die äußeren dem unmittelbaren Bemerktwerden entziehen. Er ist also wenigstens an dieser und

an allen den zahlreichen Stellen verwandter Art kein Kontinuum, und es müßte immerhin auch sonst noch untersucht werden, inwieweit die einander benachbarten Raumelemente selbst, von denen jedes eine bestimmte und nur eine einzige räumliche Bestimmtheit darstellt, kontinuierlich oder diskontinuierlich aneinander schließen. Die dritte Dimension, die auch dieser Raum jedesmal, und zwar gleichfalls jedesmal mit einer Begrenzung, aufweist, scheint sich hier gleichwohl den beiden anderen Dimensionen nicht so durchaus homogen darzustellen wie in jenem unanschaulich vorgestellten Raume, und daran mag es vor allem gelegen sein, daß die allseitige Geltung der Euklidschen Geometrie auch für diesen Raum keineswegs von vornherein ausgemacht ist. Es bleibt erst noch spezieller Untersuchung vorbehalten, über all dies genauer zu orientieren.

Glücklicherweise sind wir jedoch wenigstens über die Hauptsache des vorliegenden deskriptiven Problemes vollkommen im klaren. Wir sind dadurch ausreichend in die Lage versetzt, in der Folge die Untersuchung über die Zuordnung von Reiz- und Empfindungselement anzugehen.

Der Inhalt der anschaulichen Raumvorstellung setzt sich wie erwähnt zusammen aus den räumlichen Elementarinhalten. Die räumlichen Elementarinhalte oder — wie wir wegen der Parallelität zwischen Inhalt und immanentem Gegenstande auch sagen können — die Raumelemente, die in dem Gesamtkomplex enthalten sind, sind alle durchwegs voneinander verschieden. Wir wollen nun zunächst zur Vereinfachung dieses System von Verschiedenheiten einer der drei Dimensionen beraubt denken, indem wir vorläufig nur Raumelemente in Betracht ziehen, die, in bezug auf die Dimension der Tiefe einander

gleich, sich nur nach Höhe und Breite unterscheiden; man kann sich dies etwa dadurch versinnlichen, daß man eine nach allen Richtungen genügend ausgedehnte ebene Wand in bestimmter Entfernung gerade vor sich aufgestellt denkt: die Raumbestimmtheiten der einzelnen Wandstellen entsprechen dann der eben ausgesprochenen Forderung, der Anblick der Wand vermittelt uns ein System von Raumelementen, die sich nur nach Höhe und Breite unterscheiden.

Wir konstatieren nun: Jeder der Elementarinhalte (jedes Raumelement) ist von jedem andern Elementarinhalte (Raumelement) verschieden. Das, wodurch sie sich voneinander unterscheiden, muß jedem von ihnen absolut und eigentümlich zugehören. Jeder Elementarinhalt (jedes Raumelement) hat seine ihm, und nur ihm, eigentümliche absolute räumliche Bestimmtheit. Diese von einem Elementarinhalt zum andern wechselnde absolute räumliche Bestimmtheit ist die Variable im „Modalitäts"-Gebiete der anschaulichen Raumvorstellung. An ihr liegt es, daß wir verschiedene anschauliche Elementar-Raumvorstellungen haben; sie kann als die Qualität derselben aufgefaßt werden, so wie wir rot, gelb etc. der Qualität der Lichtempfindung zuzuschreiben pflegen.

Es gibt also verschiedene, absolut bestimmte Elementarinhalte (Raumelemente). Man wollte sie nun auch absolut, d. h. nur durch sich selbst und aus sich heraus, nicht mittelst Beziehungen auf irgend etwas anderes, beschreiben. Das ist aber hier ebensowenig möglich wie z. B. bei den Qualitäten des Farbengebietes. Doch gibt es für diese wenigstens eigene, nicht auf Relationen gegründete Bezeichnungen: rot, gelb etc. Nicht einmal das gilt für die Raumelemente. Wollen wir sie bezeichnen, so bezeichnen wir sie auf Grund ihrer Lagebeziehung zu einem andern vor-

gestellten Raumdatum: dem unseres Körpers. So bezeichnen wir ein bestimmtes Raumelement als „geradeaus vorne"; ein anderes als rechts davon, ein anderes als links davon, dann gerade darüber, gerade darunter, schief rechts oben, schief links oben usw.

Daraus nun, daß wir die je nach ihrer Qualität voneinander verschiedenen Raumelemente (Elementarinhalte) nach ihrer Lage zu unserem Körper bezeichnen, folgt nicht, daß ihre Eigenart nur in diesen Relationen bestünde und nicht absolut begründet wäre. Im Gegenteil, gerade weil sie in verschiedenen Lagebeziehungen zu unserem Körper stehen, müssen sie, könnte man folgern, an sich bestimmt, und zwar verschieden bestimmt sein. Und in der Tat, unbefangener Betrachtung kann es nicht entgehen, daß jedes der (etwa beim Betrachten der Wand zur Vorstellung gelangenden) zahlreichen Raumelemente seine bestimmte, eben dieses Raumelement geradezu ausmachende Eigenart besitzt, daß sie noch weitaus differenzierter sind, als in den eben reproduzierten relativen Bezeichnungen zum Ausdruck kommt, und daß sie, jedes in seiner Eigenart, vorgestellt werden können, ohne daß dabei ihrer Lagebeziehung zum Körper des Vorstellenden gedacht zu werden braucht.

Wir haben uns bisher auf die Betrachtung der Elementarinhalte beschränkt, wie sie uns in der Wahrnehmungsvorstellung von einer gerade vor uns befindlichen, vertikalen ebenen Wand vermittelt werden, also unter Ausschluß jeder Variation nach der Tiefe. Denken wir uns nun die Wand parallel zu sich selbst verschoben, so daß sie sich uns nähert oder von uns entfernt. Was geschieht mit den Elementarinhalten? Ich glaube, wir beschreiben das, was dabei mit ihnen vorgeht, am besten so, daß wir sagen: sie bleiben ihrer Qualität nach vollständig unverändert bis auf

das Tiefenmerkmal, das jedem von ihnen anhaftet; und dabei liegt der Hauptton auf dem Bewahrtbleiben der Qualität als auf dem Auffälligeren und Wesentlicheren gegenüber der Veränderung des Tiefenmerkmals.

Zur Kennzeichnung dessen, worin das Eigentümliche der unverändert bleibenden Qualität der Elementarinhalte besteht, und damit zur Kennzeichnung dieser Qualität selbst, trägt es bei, wenn wir uns vergegenwärtigen, wo ein Punkt der z. B. nach rückwärts verschobenen Wand liegen muß, wenn er in der Wahrnehmungsvorstellung durch einen Elementarinhalt von — in diesem Sinne — gleicher Qualität wiedergegeben sein soll, wie ein bestimmter Punkt der Wand in ihrer ursprünglichen Aufstellung. Wenn wir gesagt haben, die Elementarinhalte bleiben bei der bezeichneten Wandverschiebung ihrer Qualität nach unverändert bis auf das Tiefenmerkmal, so darf daraus nicht etwa gefolgert werden, daß die zwei zusammengehörigen Wandpunkte auch objektiv, im wirklichen Raume, in gleicher Höhe (gleichem Niveau) und gleicher Breite (gleichem Seitenabstand) und nur in verschiedener Entfernung vom Beschauer liegen müßten. Denken wir uns also ein rechtwinkliges, dreiachsiges Koordinatensystem so durch das Auge als Anfangspunkt gelegt, daß die Achsenlage die Lage der drei Dimensionen einhält, so liegen zwei solcher Art zusammengehörige Raumpunkte nicht so, daß sie gleiche Koordinaten in bezug auf die x-Achse und in bezug auf die y-Achse, und nur in bezug auf die z-Achse verschiedene Koordinaten haben; ist dies der Fall, so kommt es in der entsprechenden Wahrnehmungsvorstellung zu qualitativ ganz verschiedenen Elementarinhalten; die Wandpunkte, welche (im bezeichneten Sinne) qualitativ gleiche Elementarinhalte

ergeben, haben vielmehr, auf das angegebene System bezogen, durchaus verschiedene Koordinaten, und zwar muß sich $x_1 : x_2 = y_1 : y_2 = z_1 : z_2$ verhalten. Sie liegen auf einer vom Ursprung ausgehenden Geraden. Die Qualität des Elementarinhaltes steht also nicht in eindeutiger Zuordnung zu den x-, y-Koordinaten eines solchen Koordinatensystems. Das rechtwinklige Koordinatensystem versagt überhaupt bei der Suche nach einer solchen Zuordnung. Bestimmt man dagegen die Lage der Punkte im wirklichen Raume durch die Lage und die Länge des Leitstrahles vom Auge zum Punkt, so gehören alle die Punkte zu (im bezeichneten Sinne) qualitativ gleichen Elementarinhalten, deren Leitstrahlen gleiche Lage haben.

Ein Mittel zur Fixierung und Bezeichnung eines Elementarinhaltes bestimmter Qualität, das sich nicht indirekter Hilfen aus dem Gebiete des wirklichen, des objektiven Raumes bedient, sondern bloß auf den Daten des Inhaltes der Raumvorstellung selbst beruht, ist aus der Betrachtung seines Verhältnisses zu gewissen ausgezeichneten Elementarinhalten zu gewinnen.

Solche ausgezeichnete Elementarinhalte (Raumelemente) sind fürs erste die zur Grenze des vorgestellten Raumes gehörigen (die an der Grenze gelegenen Raumelemente). Aber auch in dem durch diese Grenzen eingeschlossenen Gebiete gibt es deren, und gerade die sind es, denen eine ganz besondere Wichtigkeit und Bedeutung zukommt. Dazu gehört vor allem der Elementarinhalt, dessen zugehöriges Raumelement wir als „geradeaus vorne" zu bezeichnen pflegen. Dazu gehören ferner die Elementarinhalte, deren zugehörige Raumelemente als gerade vertikal darüber, gerade vertikal darunter, gerade

horizontal rechts und links davon erscheinen. Wir wollen diese Raumelemente als die Mittelstelle der Sehsphäre[1] bzw. als den Mittelpunkt des gesamten vorgestellten Raumes und als die auf der vertikalen und auf der horizontalen Sehsphären- bzw. Sehraum-Mittellinie gelegenen Sehstellen bzw. Sehraumpunkte bezeichnen — wobei wiederum als für die Intentionen der gegenwärtigen Qualitätsbestimmung gleichgültig von der Variabilität nach der Tiefe abgesehen wird. Sie sind von ganz besonders charakteristischer Beschaffenheit und werden deshalb aus der ganzen Mannigfaltigkeit der Raumelemente am leichtesten und sichersten immer wieder herausgefunden und wiedererkannt.

Jedem der übrigen, durch die eigentümliche Qualität des zugehörigen Elementarinhaltes gegebenen Raumelemente ist nun der Winkel, welchen die horizontale Mittellinie mit der Geraden, die vom Mittelpunkt durch dieses Raumelement hindurch gegen die Grenze geht, und das Verhältnis, in dem diese Gerade durch das Raumelement in zwei Teilstrecken zerteilt wird, eindeutig zugeordnet. Jedes Paar dieser Koordinaten trifft ein für allemal auf ein und nur ein Raumelement, gehört also einer bestimmten Qualität des Elementarinhaltes zu, und zwar unabhängig von dem Tiefenmerkmal, mit welchem verbunden er jeweils auftritt. Allmählicher Änderung einer oder beider Koordinaten entspricht allmähliche Änderung der Inhaltsqualität.

Auch dabei ist wieder festzuhalten, daß die Qualitäten der Elementarinhalte (bzw. die Raumelemente) nicht etwa in den Koordinaten selbst bestehen, sondern daß sie absolut und an sich gegeben sind und mittelst der Koordinaten nur gleichsam gemessen oder bezeichnet werden könnten.

Die Mannigfaltigkeit der tatsächlich gegebenen anschaulichen Elementarinhaltsqualitäten ist begrenzt und endlich. Geht man vom Mittelpunkt in einer beliebigen Richtung aus und weiter fort, so kommt man auf immer neue Qualitäten, bis endlich die Fortsetzung des Weges nicht mehr möglich ist, weil es über den eben erreichten Elementarinhalt in der gleichen Richtung weiter hinaus eben keinen mehr gibt. Auch ihre Aneinanderreihung auf dem Wege vom Mittelpunkt zur Grenze wird höchstwahrscheinlich richtiger als diskrete denn als stetige zu beschreiben sein.

Diese nach außen sowohl wie wahrscheinlich auch nach innen endliche und begrenzte Menge von Elementarinhaltsqualitäten ist zusammen mit den ihnen etwa zugänglichen anschaulichen Tiefenmerkmalen der gesamte und unveränderliche Besitz, der unserem anschaulichen Raumvorstellen überhaupt zur Verfügung steht. Welchen Ausschnitt immer wir uns aus dem unendlich gedachten wirklichen Raume vorstellen mögen, soweit dies anschaulich geschieht, geschieht es vermittelst dieses stets sich gleichbleibenden Vorstellungsmateriales; und wohin wir uns auch im äußeren Raume begeben, der uns umgebende Raum erscheint uns in der anschaulichen Wahrnehmungsvorstellung immer in diesen Qualitäten, die wir, gleichsam als unseren subjektiven Raum, überallhin mitnehmen, wie ausgiebig wir auch in Wirklichkeit unseren Ort verändern mögen. —

Damit ist das Wesentlichste, was zur Beschreibung der anschaulichen Raumvorstellung beizubringen ist, gesagt.

Es braucht nun kaum mehr ausdrücklich betont zu werden, daß es sich bei der an der Raumwahrnehmung beteiligten Wahrnehmungsvorstellung selbst-

verständlich nur um eben diese an zweiter Stelle besprochene, anschauliche Raumvorstellung handeln kann, während die andere, die unanschauliche, nur indirekt und äußerlich eine Rolle dabei zu spielen hat. —

Die Hauptfrage, die im folgenden zu studieren sein wird, ist, wie bereits erwähnt, die Frage nach der Zugehörigkeit bestimmter Elementarinhaltsqualitäten zu gegebenen äußeren Ortsbestimmungen in der Wahrnehmung. Die (sprachliche wie gedankliche) Behandlung dieser Frage macht sich nun merklich bequemer und natürlicher, wenn man sich dabei nicht ausdrücklich an die Elementarinhaltsqualitäten, sondern an die durch diese zur Vorstellung gelangenden immanenten Gegenstände hält. Zu diesem Zwecke müssen wir uns aber noch einige handliche Ausdrücke zurechtlegen.

Den immanenten Gegenstand, der durch einen Elementarinhalt von bestimmter Qualität, aber unbestimmtem (oder beliebigem[2]) Tiefenmerkmal zur Vorstellung kommt, nennen wir eine Sehstelle. Sehstelle ist also ein (anschaulich vorgestelltes) Raumelement von unbestimmter Tiefenlage.[3] — Die Gesamtheit der Sehstellen heiße die Sehsphäre.

Fügen wir zu den Sehstellen bestimmte Tiefenlagen hinzu, so wird aus der Sehsphäre der Sehraum. Dieser der Terminologie Herings entnommene bestbewährte Ausdruck bedeutet also den immanenten Gegenstand der Gesamtheit der mit bestimmten Tiefenmerkmalen verbundenen Elementarinhalte, mit anderen Worten, den Raum, so wie er uns unmittelbar in der Wahrnehmung erscheint, wie er sich in unserer Vorstellung unmittelbar anschaulich darstellt. Seine Elemente sind dann die dreidimensional bestimmten Sehraumpunkte.

Im Gegensatz zum Sehraum bezeichnen wir den

immanenten Gegenstand der anderen, der unanschaulichen Raumvorstellung als wirklichen Raum. Wir bleiben auch damit bei der Terminologie Herings, obwohl gerade dieser Ausdruck leicht mißverstanden werden kann. Es liegt nämlich nahe, dabei an den objektiven, äußeren, realen, als tatsächlich existierend gedachten Raum zu denken, also an den transzendenten, nicht an den immanenten Gegenstand. Wir wollen aber unter diesem Ausdrucke doch auch wieder nur den Raum verstehen, wie er uns erscheint, sich uns darstellt, allerdings in jener zweiten, der unanschaulichen Raumvorstellung, nicht den Raum als äußeren, objektiven, realen Gegenstand, von dessen realer, absoluter Beschaffenheit wir ebensowenig etwas wissen und wissen können, wie von der realen absoluten Beschaffenheit der Welt überhaupt, ja dessen Existenz uns nicht einmal gewiß ist, wenn wir sie auch in erkenntnistheoretischer Unbefangenheit natürlichst anzunehmen gewohnt sind, und deshalb den Ausdruck „wirklicher Raum" auf ihn zu beziehen geneigt wären. Dennoch wollen wir, um die Einheitlichkeit der sonst bewährten Terminologie nicht durch Verwickelungen zu stören, diesen Ausdruck dem immanenten Gegenstand der unanschaulichen Raumvorstellung, der sonst wohl auch ganz sinngemäß als Denkraum bezeichnet werden könnte, vorbehalten, und wenn es nötig werden sollte, vom transzendenten Gegenstand zu sprechen, dies unter der ausdrücklichen Bezeichnung als „objektiven" oder „realen" Raumes tun.

Es bleibt nur noch hinzuzufügen, daß danach konsequenterweise die räumlichen Gebilde, wie sie sich in der anschaulichen, etwa der Wahrnehmungsvorstellung als im Sehraum befindlich darstellen, als Sehdinge bezeichnet werden, während sie im Hin-

blick darauf, wie wir sie ihren räumlichen Eigenschaften nach im wirklichen Raume denken, „wirkliche Dinge" heißen. Die Sonne als „Sehding" ist eine Kreisscheibe von mäßiger Größe, die Sonne als „wirkliches Ding" ist eine Kugel von ungeheuren Dimensionen. Ein Würfel als Sehding kann unter Umständen z. B. von zwei Trapezen begrenzt sein, ein Würfel als wirkliches Ding ist stets von sechs Quadraten begrenzt. Auch Sehding und wirkliches Ding sind also stets immanente, niemals transzendente Gegenstände, jenes von der anschaulichen, dieses von der unanschaulichen Vorstellung. Auch da wollen wir, trotz noch weiter gehender Untriftigkeiten, bei der übrigens bewährten und eingebürgerten Ausdrucksweise bleiben. —

2. Die zweite Aufgabe des vorliegenden Kapitels ist bekanntlich die Bestimmung des Wesens und der Modifikationen des supponierten äußeren Reizes der Raumempfindung.

Die analoge Vorfrage ist ja auch bei der Untersuchung der übrigen Sinnesempfindungen zu erledigen. Für die Tonempfindungen z. B. beantworten wir sie mit dem Hinweis darauf, daß die Töne objektiv in periodischen Schwingungen des das Organ umgebenden Mittels, die Veränderungen der Tonhöhe in Variationen der Schwingungszahlen etc. bestehen. Die Antwort ist erkenntnistheoretisch strenge genommen unzureichend, für die Psychologie und Psychophysik aber leistet sie alles, was nötig ist.

In ganz gleichem Sinne können wir die Antwort für unser Gebiet beibringen; nur daß sie hier noch weniger in die reale, objektive, transzendente Welt der Dinge an sich tatsächlich hinüberzugreifen scheint.

Als realen Reiz der Raumempfindung supponieren

wir ein Ding an sich, oder eine Eigenschaft der Dinge an sich, die uns als Raum erscheint. Wie dieses Ding oder diese Eigenschaft an sich beschaffen ist, ja ob sie auch nur reale Existenz haben außer uns, das können wir mit Gewißheit nicht wissen. Für unsere Zwecke genügt es aber, wenn wir uns ein Bild machen von diesem Ding, dem objektiven Raum oder „Raum an sich". Es liegt nahe, daß wir uns dabei zunächst an seine Erscheinung, also an den Raum, wie wir ihn sehen (den Sehraum), halten. Da es sich nun aber um die Konstruktion der Eigenschaften eines objektiv existierenden, beständigen Dinges, einer Wirklichkeit, handelt, so müssen aus dieser Erscheinung (dem Sehraum) und all den Erfahrungen, die damit zusammenhängen, zunächst alle die in ihnen enthaltenen Widersprüche entfernt und dem Rest ein gemeinsames, vereinheitlichendes Prinzip zugrunde gelegt werden. Bei den Tönen führt die Lösung der analogen Aufgabe zur Statuierung der periodischen Schwingungen und ihrer Gesetze. Bei den Raumempfindungen führt sie nicht so weit ab von der unmittelbar sinnlichen Erscheinung des erscheinenden Dinges. Sie kann das Grundwesen der Erscheinung beibehalten und muß es nur in bestimmter Weise ausgestalten. So bringt sie uns endlich auf die Vorstellung dessen, was wir oben den „wirklichen Raum" genannt haben, und nimmt die Eigenschaften des wirklichen Raumes als direkte Wiedergabe der Eigenschaften des objektiven Raumes als des realen Reizes unserer Raumempfindung und als Ding an sich: erkenntnistheoretisch natürlich unberechtigt, für die Zwecke der Psychophysik aber und der Psychologie durchaus zulässig und entsprechend.

So erscheint uns schließlich das, was wir früher den wirklichen Raum genannt haben, nun doch noch

von einer neuen Seite, von der aus der Gebrauch dieses Terminus eine Art von sachlicher Rechtfertigung erfährt. Der „wirkliche Raum" ist und bleibt freilich nach wie vor der immanente Gegenstand einer Raumvorstellung. Wir haben aber ein methodisches Recht, uns nach der Art der Eigenschaften dieses immanenten Gegenstandes die Beschaffenheit jenes transzendenten, realen Gegenstandes vorzustellen, den wir für den Raum als reales Objekt und Ding an sich nehmen, und den wir meinen, wenn wir nach dem objektiven Reiz der Raumempfindung suchen.

Und so kommt es, daß sich die Frage nach der Zuordnung der verschiedenen Raumempfindungen zu den verschiedenen Raumreizen in merito als die Frage darstellt, wie denn ein gegebener, irgendwie gestalteter wirklicher Raum mit irgendwie gestalteten, in ihm enthaltenen wirklichen Raumgebilden im Sehraum mit seinen Sehdingen erscheint, oder kurz, wie sich der wirkliche Raum zum Sehraum verhält.

2. Kapitel.

Die Raumempfindung.

a) Bei monokularem Sehen mit unbewegtem Auge.

α) Im zweidimensionalen Gesichtsfelde.

1. Unserem Plane gemäß gehen wir nun daran, das relativ einfachste, wenigstens vorläufig nicht weiter zurückführbare oder analysierbare Element, das der Raumwahrnehmung zugrunde liegt, und das wir deshalb, zunächst provisorisch, mit Recht als Raum- oder Ortsempfindung bezeichnen, herauszulösen und zu untersuchen, wie es dem zugehörigen Raumreize entspricht.

Die Erledigung dieser Aufgabe wird sich im allgemeinen folgendermaßen gestalten müssen.

Vor allem sind die einfachsten äußeren physiologischen Verhältnisse herzustellen, unter denen überhaupt eine räumliche Gesichtswahrnehmung zustande kommt. Denn von jeder Gesichtswahrnehmung, die auf komplizierteren physiologischen Verhältnissen beruht, läßt sich von vornherein vermuten, daß sie das psychische Ergebnis des einfacheren physiologischen Mechanismus bereits irgendwie in sich enthält. Um also auf das wenigst komplizierte der uns direkt zugänglichen Gebilde der Raumwahrnehmung zu kommen, vereinfachen wir die physiologischen Bedingungen, unter denen sie sich ergeben, und reduzieren deshalb zunächst das normalerweise im Gebrauch stehende Organ des Doppelauges auf ein Einzelauge, will sagen, wir untersuchen die räumlichen

Wahrnehmungen des einen Auges unter Ausschluß des anderen. Eine Komplikation der physiologischen Bedingungen, die, man mag schließlich darüber denken wie immer, für den Ausfall der räumlichen Wahrnehmungen offensichtlich nicht gleichgültig ist, liegt ferner darin, daß das Aufnahmsorgan, der Augapfel, beweglich ist und sich in Funktion zumeist bewegt, sowohl bei Ortsveränderung des ganzen Körpers als auch bei bloßen Kopfbewegungen und schließlich selbständig. Wir müssen also gegenwärtig auch von jeder Bewegung des Bulbus Abstand nehmen, und, da er sich infolgedessen in Ruhe befinden soll, ihm eine bestimmte Ruhelage anweisen. Als solche ergibt sich am zweckmäßigsten die sogenannte Primärstellung, die, vorbehaltlich späterer genauerer Definition, vorläufig durch geradeaus horizontal nach vorne gerichteten Blick bei aufrechter Körper- und Kopfhaltung bestimmt sei.

Die Vereinfachung der Bedingungen muß aber noch ein Stück weiter gehen und sich auch auf den äußeren Reiz erstrecken. Unter gewöhnlichen Verhältnissen ist das Ganze, was uns als Raumreiz zukommt, ein hochdifferenzierter Komplex, auf Grund dessen wir die verschiedensten räumlichen Gestalten in verschiedenen Entfernungen auffassen. Man muß nun von vornherein mit der Möglichkeit rechnen, daß der psychische Effekt eines Reizelementes durch das besondere Hervortreten des psychischen Effektes eines anderen Reizelementes oder in seiner Zusammenfügung mit diesem beeinflußt und verändert werde; und daß dies tatsächlich der Fall ist, zeigt sich in später zu besprechenden Einflüssen der Erfahrung sowie der Vorstellungsproduktion.

Ein Faktor freilich, der gleichfalls dem Titel Erfahrung zugezählt zu werden pflegt, und der zudem

gerade für die Raumwahrnehmung vielfach als besonders belangreich, ja wesentlich angesehen wird, muß auf jeden Fall mit in den Kauf genommen werden: Eine gewisse Nachwirkung der früheren Wahrnehmungen, allgemeiner des früheren psychophysischen Lebens des Individuums. Es läßt sich vorstellen, daß das dauernde Funktionieren des psychophysischen Apparates des Individuums zur Entwicklung gewisser Dispositionen führt, die den psychischen Effekt des Raumreizes modifizieren. Solcher Dispositionen uns zu entledigen, was ja theoretisch das nächstliegende und radikalste Mittel wäre, um die reine Empfindungswirkung des Raumreizes in ihrer Ursprünglichkeit herzustellen, liegt natürlich außerhalb jeder Möglichkeit. Bestehen ihre psychischen Korrelate in Bewußtseinstatbeständen, die, wenn auch in noch so enger Verbindung mit den unmittelbaren Empfindungswirkungen des Raumreizes, doch noch als eigene selbständige Gebilde neben diesen auftreten, so kann wenigstens durch psychische Analyse, indem man also mittelst geeigneter Aufmerksamkeitsrichtung von ihnen absieht, die ursprüngliche Raumempfindung herausgelöst werden. Wirken sie aber in der Art, daß sie, durch das Einsetzen des Empfindungsprozesses ausgelöst, gleich auch in den Empfindungsprozeß modifizierend einzugreifen beginnen, so daß es als Effekt zu einem psychischen Gebilde kommt, das, ein unteilbares Ganzes, nicht mehr unterscheiden läßt, was des einen, was des andern Ursprungs ist — und das trifft unter anderem die gewöhnliche Meinung der empiristischen Raumtheorien —, so stehen wir an der Grenze unseres Vermögens, die reine, eigentliche Raumempfindung zu isolieren. Freilich ist dann aber auch der Unterschied eines solchen psychischen Gebildes von dem, was wir unter Empfindung im strengen

Sinne verstehen, bereits eine ziemlich arbiträre Sache, und überdies kann es einer derartigen Auffassung nicht erspart bleiben, wenigstens den indirekten Nachweis der Rolle zu liefern, die solchen der Erfahrung entstammenden Nebendispositionen in der Gestaltung des Empfindungsprozesses zukommen soll. Solange wir uns also nicht durch die Tatsachen zur Annahme eines solchen Erfahrungseinflusses gedrängt sehen, können wir die Möglichkeit seines Bestehens in den Kauf nehmen und die bezeichnete allfällige Komplikationsquelle außer acht lassen.

Demnach finden wir uns in unserer Untersuchung auf folgendes Vorgehen geführt: Körper, Kopf und Auge in Primärstellung, das eine Auge dauernd verdeckt; der Gesichtsraum (worunter wir den ganzen, durch wirklichen Raum wiedergegebenen Ausschnitt des realen Raumes verstehen, der dem Auge in seiner jeweiligen Stellung zugänglich ist) ist am besten vollständig verdunkelt und enthält nur einen schwach leuchtenden, verschiebbaren Punkt als Ortsmarke, oder er ist gleichmäßig erhellt und bietet dem Auge außer der beweglichen Marke keinerlei Gegenstände oder Linien dar.

Bei solchem Vorgehen können wir am ehesten erwarten, daß sich in der Lokalisation der Marke im Sehraum die reine, unmittelbare Empfindung kundgibt, mit anderen Worten, daß die Wahrnehmung vom Orte der Marke, von den Urteilsmomenten abgesehen, im wesentlichen nichts anderes enthält als reine Ortsempfindung.

Nun ist, will man hier die Zuordnungen zwischen Reiz und Empfindung ermitteln, zum Schluß noch eines im voraus zu bedenken. Raumreiz sind in letzter Linie die (durch die Verhältnisse des ausgesendeten Lichtes irgendwie markierten, im Bilde des „wirk-

lichen Raumes" vorgestellten) Örter des realen Raumes, sagen wir kurz: die wirklichen Raumpunkte. Suchen wir nun nach der Abhängigkeitsbeziehung zwischen Qualität der Raumempfindung einer-, Raumreiz andererseits, mit anderen Worten also zwischen Sehraumpunkt und zugehörigem wirklichen Raumpunkt, so wäre, angesichts der bereits erwähnten Tatsache, daß der Sehraum jedem beliebigen wirklichen Raum gegenüber sich selbst stets gleich bleibt, wir unsern subjektiven Raum überallhin mitnehmen, vor allem das zu bemerken, daß, ganz anders als etwa bei Schall- und Tonempfindung, Licht- und Farbenempfindung, eine feste Zuordnung einzelner wirklicher Raumpunkte zu bestimmten Sehraumpunkten ganz und gar nicht besteht, da ja je nach dem jeweiligen Augenorte jedem beliebigen Sehraumpunkte jeder beliebige wirkliche Raumpunkt entsprechen kann. Zu einer tatsächlichen Zuordnung kommt es nur unter Voraussetzung eines bestimmten Augenortes. Aber auch da ist diese Zuordnung eine bloß indirekte, vermittelte. Daß unter dieser Voraussetzung einem bestimmten wirklichen Raumpunkte gerade der bestimmte Sehraumpunkt zugehört, das liegt nicht so sehr an dem Orte des wirklichen Raumpunktes als an der Lage, die seinem Bildchen auf der Netzhaut des sehenden Auges zufällt. Ein fester Zusammenhang besteht also direkt nur zwischen der Lage der gereizten Netzhautstelle in der Netzhaut und (der Qualität der Raumempfindung) dem Sehraumpunkt; erst in zweiter Linie, und dieses nur unter Voraussetzung eines bestimmten Augenortes, zwischen Sehraumpunkt und wirklichem Raumpunkt. Unter dieser Voraussetzung gibt es nämlich auch eine feste Beziehung zwischen der Lage des wirklichen Raumpunktes und der seines Netzhautbildpunktes. Sie ist

dadurch bedingt, daß infolge der Beschaffenheit des dioptrischen Apparates unserer Augen die beiden Punkte konjugierte Punkte einer Kollineationsverwandtschaft sind. Denkt man sich eine Gerade gezogen vom hinteren Knotenpunkte des durch das Auge dargestellten optischen Systemes zur Netzhaut, und zwar parallel zu der Geraden, die den vorderen Knotenpunkt mit dem Licht-(Objekt-)punkt im äußeren wirklichen Raume verbindet; oder einfacher eine Gerade vom Objektpunkt durch den reduzierten (zwischen den beiden tatsächlichen Knotenpunkten in der Mitte, also etwa 0,48 mm vor der hinteren Grenzfläche der Linse des schematischen Auges gelegenen) Knotenpunkt gegen die Netzhaut, so liegt dort, wo diese Gerade, die sogenannte Richtungslinie, auf die Netzhaut trifft, der Bildpunkt zu dem gegebenen Objektpunkte. Man sieht, bei festem Tiefenabstand der Objektpunkte besteht eine vollkommen eindeutige Zuordnung zwischen ihnen und den Punkten der Netzhaut. Allerdings, wenn man eine Tiefenvariation der Objektpunkte mit in Betracht zieht, so entsprechen jedem einzelnen Netzhautpunkte unendlich viele Objektpunkte, die aber alle in derselben Richtung zum Auge liegen, da sie einer und derselben Richtungslinie angehören.

Die Bearbeitung der vorliegenden Aufgabe wird sich also in erster Linie daran zu halten haben, zu ermitteln, welche Raumempfindungsqualitäten der Reizung bestimmter Netzhautstellen entsprechen, und erst in zweiter Linie nach dem Zusammenhang zwischen Sehraum oder Sehsphäre und wirklichem Raume fragen. —

2. Wir können die Aufgabe nicht anders angehen, als indem wir uns zunächst an die markanten,

charakteristisch hervortretenden Raumempfindungsqualitäten halten und für sie die zugehörigen Reizstellen auf der Netzhaut suchen.

Um bestimmte Netzhautstellen leicht und sicher bezeichnen zu können, müssen wir uns, ähnlich wie die Astronomie zur Orientierung am Himmel, irgendwelcher Systeme von Hilfslinien bedienen, die man sich auf der Netzhaut, besser über den ganzen Bulbus gezogen denkt. Solcher Systeme stehen zwei zur Verfügung, von denen je nach Umständen bald das eine, bald das andere zweckmäßiger anzuwenden ist, und deren Skizzierung hier in Kürze vorausgeschickt werden muß.

Beide Systeme nehmen ihren Ausgang vom Netzhautzentrum, d. i. von der im Hintergrunde des Auges, der Cornea gegenübergelegenen und punktuell gedachten Stelle des deutlichsten, direkten Sehens. Befindet sich das Auge in der Primärstellung, so heißt das (vorbehaltlich späterer funktioneller Determination des Begriffes), daß die Gesichtslinie, das ist die Richtungslinie des Netzhautzentrums, parallel zur Medianebene des Körpers und horizontal liegt. Legen wir durch die Gesichtslinie eine vertikale und eine horizontale Ebene, so erhalten wir in den Schnitten dieser Ebenen mit der Netzhaut die Grundlinien des einen der beiden Systeme, den Mittellängsschnitt und den Mittelquerschnitt. Nach diesen Hauptschnitten bestimmt sich durch die Winkelabweichung von ihnen die Lage der übrigen Netzhautschnitte, wobei als gemeinsame Drehungsachse der Längsschnitte die im reduzierten Knotenpunkte (Kreuzungspunkt der Richtungslinien) auf der Ebene des Hauptquerschnittes senkrecht stehende Gerade, als gemeinsame Drehungsachse der Querschnitte die (horizontal zu liegen kommende) Ver-

bindungsgerade der reduzierten Knotenpunkte beider Augen gilt. — Das zweite der beiden Orientierungssysteme hat mit dem eben entworfenen die Mittelschnitte als Grundlinien gemein; nur heißen sie da *vertikaler* beziehungsweise horizontaler *Meridian*. Alle übrigen Meridiane der Netzhaut ergeben sich, wenn man eine Ebene durch die Gesichtslinie legt und sie um dieselbe dreht. Das System vervollständigt sich dann durch Parallelkreise, welche man sich um das Netzhautzentrum als den Pol gelegt denkt. —

Und nun sind endlich alle Vorbereitungen geleistet, die zu einer glatten Erledigung unserer gegenwärtigen Aufgabe notwendig sind.

3. Es sollen zunächst *die* Reizstellen der Netzhaut gesucht werden, die zu den markanten, charakteristisch hervortretenden Raumempfindungsqualitäten gehören. Als solche Qualitäten haben wir seinerzeit die herausgehoben, die uns den Eindruck der Mittelstelle, sowie der horizontalen und der vertikalen Mittellinie der Sehsphäre verschaffen.

Es ist nun keineswegs etwa bloß definitorische Festlegung, sondern lediglich der Ausdruck einer — noch dazu leicht nachzuprüfenden — Erfahrung, wenn wir konstatieren, daß der Mittelstelle das Netzhautzentrum zugeordnet ist. Die Mittelstelle soll nicht dadurch *definiert* sein, und die Aufstellung dieses Begriffes erst darin Anregung, Sinn und Begründung finden, daß das ihr zugehörige Netzhautbild im Netzhautzentrum liegt, oder daß das an ihr Erscheinende am deutlichsten gesehen wird. Die Mittelstelle drängt sich im Gegenteil von selbst und unmittelbar als etwas räumlich eigenartig Charakterisiertes in unserer Seherfahrung auf — nicht etwa wegen maximaler Deutlichkeit an dieser Stelle, denn Deutlichkeit ist ein

Begriff, der als Relation zwischen dem Sehding und dem wirklichen Ding nur mit Bezug auf dieses Sinn hat, wogegen die Mittelstelle ohne jede Beziehung auf ein solches sich charakterisiert erweist und ihren rein räumlichen Charakter schon darin kundgibt, daß sie an Eigenart im wesentlichen nichts verliert, auch wenn es im Gesichtsfeld gar nichts zu sehen gibt, es vollständig verdunkelt ist. Wir entnehmen also unserer Seherfahrung unmittelbar die eigentümliche Empfindungsqualität, auf die die Wahrnehmung der Mittelstelle gegründet ist, und finden, wiederum durch empirische Untersuchung, daß es das Netzhautzentrum ist, von wo aus die Raumempfindung dieser Qualität zur Anregung gelangt.

Wir gehen weiter. Die Zuordnung der charakteristischen Qualitäten, welche der horizontalen Sehsphärenmittellinie zugehören, zu ihren Reizpunkten auf der Netzhaut zu finden, werden wir eine Linie in unserem Versuchsgesichtsfeld markieren, von der wir vermuten, daß ihr Netzhautbild auf die gesuchten Netzhautstellen trifft, die Linie subjektiv demnach als horizontale Gerade erscheint. Wir brauchen nicht lange zu suchen und zu probieren. Es gilt nicht ausnahmslos, doch ist es die Regel, daß schon die Linie, von der wir es am ehesten erwarten, das leistet, was wir beabsichtigen: Die horizontale Gerade des wirklichen Raumes, die die Gesichtslinie in irgendeinem Punkte schneidet; und zur einfacheren Veranschaulichung wollen wir sie auf dieser senkrecht stehen lassen. Damit sind nun auch schon die gesuchten Netzhautstellen bestimmt, denn wir erkennen leicht, daß das Netzhautbild einer solchen Geraden auf den Mittelquerschnitt fallen muß. Dieser also enthält alle die Punkte, von denen als den Reizstellen aus der Eindruck von gerade horizontal neben

der Mittelstelle gelegenen Punkten zur Anregung gelangt. Nur selten und bei wenigen Individuen ist es ein zum Mittelquerschnitt (dem horizontalen Meridian) um einen kleinen Winkel (bis etwa 0,3°) nach außen geneigter Meridian, der diese Rolle spielt.[1] Dann muß sich die Gerade des Gesichtsfeldes, wenn sie subjektiv horizontal erscheinen soll, um eben diesen Winkel nach außen senken.

Was für den Eindruck des Horizontalen die Ausnahme, das ist für den des Vertikalen die Regel. Nicht der vertikale Meridian (der Mittellängsschnitt) enthält jene Netzhautpunkte, deren Reizung den Eindruck von auf der vertikalen Mittellinie gelegenen Sehstellen hervorruft, sondern ein von diesem um einen gewissen Winkel oben nach außen abweichender Meridian. Der Winkel ist individuell verschieden, beträgt aber zumeist etwas über 1°, doch sind auch vereinzelt Fälle von mehreren (bis 7)[2] Graden beobachtet worden. Soll also eine Gerade des wirklichen Raumes unter den von uns hier festgehaltenen Versuchsbedingungen vertikal erscheinen, so muß sie um diesen Winkel (die halbe physiologische Inkongruenz der Netzhäute, die zweite Hälfte liegt im andern Auge) nach außen geneigt sein.

Wie man sich nun gleichfalls leicht überzeugen kann, gilt die Lage der für die Horizontal- und Vertikalqualität maßgebenden Netzhautmeridiane nicht nur für die durch die Mittelstelle der Sehsphäre gehenden Geraden, sondern auch für die ihnen zu beiden Seiten parallelen. Auf den Seitenteilen der Netzhaut sind also die empfindenden Elemente so geordnet, daß sie bei gleichen (einseitigen) Abständen von diesen Meridianen im allgemeinen auch in der Sehsphäre den Eindruck gleichweit abstehender, demnach vertikal untereinander, beziehungsweise

horizontal nebeneinander liegender Sehstellen ergeben.

Das gilt jedoch in einiger Strenge nur für mäßige Abstände vom Netzhautzentrum. An den peripheren Teilen der Netzhaut erleidet diese einfache Gesetzmäßigkeit der Lagerung eine merkwürdige Verschiebung. Sie läßt sich am leichtesten dadurch charakterisieren, daß eine seitlich im Gesichtsfeld gelegene horizontale oder vertikale Gerade nicht gerade erscheint, sondern gegen die Mitte der Sehsphäre konkav gekrümmt.[3] Ein genügend ausgedehntes Schachbrettmuster, in der Mitte monokular fixiert, hat demnach subjektiv ein völlig anderes Aussehen, indem die peripher gelegenen Quadrate nicht mehr als Quadrate, sondern als von Kurven begrenzte Vierecke erscheinen. Die Art und das Maß der Krümmung dieser subjektiven Kurven mit einiger Genauigkeit empirisch zu bestimmen, ist wegen der Flauheit des indirekten Sehens überaus schwierig. Und so ist es auch eine mißliche Sache, auf Grund der reinen Empirie ein System von Kurven zu entwerfen, das — sie müssen natürlich gegen das Zentrum konvex sein — im Zentrum monokular fixiert, den Eindruck eines regelrechten Schachbrettmusters ergibt. Es ist dies auch noch kaum je mit einiger Vollständigkeit und Zuverlässigkeit versucht worden. Das bekannte Helmholtzsche Muster, das in Fig. 1 wiedergegeben, ungefähr zwölffach vergrößert und in 23 cm Distanz

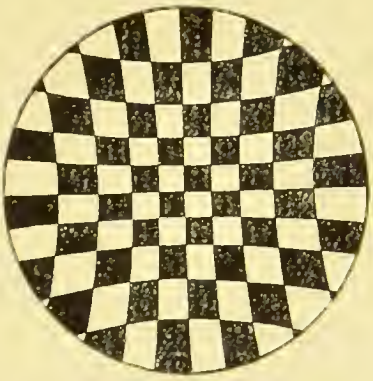

Fig. 1.
Schachbrettmuster
nach Helmholtz.

fixiert als Schachbrett erscheinen soll, ist ja, was seine Ausmessungen anlangt, weniger genau nach der Erfahrung, als auf Grund einer gewissen hypothetischen Annahme, von der noch später die Rede sein wird, konstruiert.[4] Trotzdem entspricht es seiner Intention ziemlich gut; und man kann daraus entnehmen, daß die Anordnung der empfindenden Netzhautelemente, je mehr sie sich der Netzhautperipherie nähern, nicht nur, wie eben erwähnt, eine subjektive Krümmung der wirklichen Geraden, sondern auch ein subjektives Zusammenrücken (Schrumpfen) der objektiven Distanzen, und zwar in radiärer Richtung erheblicher als in tangentialer, bedingt.

Nennen wir jenen Netzhautmeridian, dem die vertikale Sehsphärenmittellinie zugehört, den scheinbar vertikalen Meridian, denselben zugleich, indem wir ihn als Längsschnitt nehmen, im Gegensatz zum wirklichen Mittellängsschnitt den Inkongruenzmittellängsschnitt, die zu diesem parallelen, durch Drehung um die entsprechend geneigte Achse des wirklich vertikalen Längsschnittbüschels entstehenden Schnitte die übrigen Inkongruenzlängsschnitte; ferner ganz analog den Netzhautmeridian, dem die horizontale Sehsphärenmittellinie zugehört, den scheinbar horizontalen Meridian, oder auch den Inkongruenzmittelquerschnitt, zu dem in analoger Weise die übrigen, ihm parallelen Inkongruenzquerschnitte zu finden sind; bezeichnen wir ferner jenes Moment der spezifischen Energie eines Netzhautelementes, von welchem die Breitenqualität der zugehörigen Ortsempfindung, und damit auch die Breitenlage der zugehörigen Sehstelle abhängt, seinen Breitenwert, gleicherweise das Moment, von welchem die Höhenqualität, beziehungsweise die Höhenlage abhängt, seinen Höhenwert, so können wir, zur Cha-

rakteristik der Anordnung der Netzhautelemente, nunmehr kurz sagen: Die Lagerung der Netzhautelemente ist eine derartige, daß sie wohl im allgemeinen nach zu- und abnehmenden Höhen- und Breitenwerten geordnet erscheinen; sie stimmt aber mit der Lagerung der Elemente des wirklichen Raumes keineswegs soweit zusammen, daß die Höhen- und Breitenwerte proportional mit den Distanzen der Netzhautelemente vom Netzhautzentrum zu- oder abnähmen. Es wachsen vielmehr die Höhen- und Breitenwerte (absolut) um so langsamer, je mehr sie sich ihrem (absoluten) Maximum annähern, d. h. je peripherer das Netzhautelement liegt. Ein peripher gelegener Inkongruenzlängsschnitt hat deshalb nicht durchwegs gleichen Breitenwert, sondern gegen seine peripheren Enden zu immer geringeren, ein peripher gelegener Inkongruenzquerschnitt nicht durchwegs gleichen Höhenwert, sondern gleichfalls gegen die Mitte zu allmählich wachsenden.

Die Lagerung der Netzhautelemente weist noch eine weitere eigentümliche Abweichung von der gleichsam natürlichen Ordnung auf. Die Breitenwerte der auf einem und demselben Querschnitt liegenden Netzhautelemente wachsen vom Breitenwerte Null an, also nach beiden Seiten vom Inkongruenzmittellängsschnitt aus, nicht in gleichem Maße, sondern auf der äußeren (temporal gelegenen) Hälfte rascher als auf der inneren (nasal gelegenen); sie liegen also nicht symmetrisch zum Inkongruenzmittellängsschnitt, sondern bei gleichem Breitenwerte nasal weiter von ihm entfernt als temporal. Man erkennt das daraus, daß, wenn man eine horizontale Strecke, die Spitze des Bleistiftes monokular fixierend, in zwei gleiche Hälften zu teilen sich bemüht, der gegen innen (die Nase) zu gelegene Abschnitt regelmäßig zu kurz aus-

fällt.[5] Ausnahmen von dieser Regel kommen nur bei wenigen Individuen vor. Sonst ist der Ausfall dieser, der sogenannten Kundtschen „Täuschung" so konstant und zwingend, daß er, freilich besser noch unter Mitberücksichtigung der Horopterkurve[7], geradezu zur Berechnung der Größe der in Rede stehenden Asymmetrie verwendet werden kann. Die Resultate schwanken ungefähr zwischen 1′ und 50′.[8] und zeigen, daß die Größe der Asymmetrie, der Lagedifferenz, vom Zentrum gegen die Peripherie im ganzen stetig wächst.

Ähnliches gilt für die Lagerung der Netzhautelemente gleichen Höhenwertes auf den Inkongruenzlängsschnitten. Auch diese ist in der Regel nicht symmetrisch zum Schnittpunkt mit dem Inkongruenzmittelquerschnitt. Bei gleichem (absoluten) Höhenwert liegen die Netzhautelemente der unteren Netzhauthälfte in der Regel näher zum Mittelquerschnitt als in der oberen: der obere Abschnitt einer (unter monokularer Fixation der Bleistiftspitze) zu halbierenden vertikalen Strecke fällt in der Regel zu klein aus. Doch scheint die Asymmetrie hier nicht so allgemein und nicht so groß zu sein wie bei den Breitenwerten.

Vergleicht man schließlich die Lagerung der Höhenwerte auf den Längsschnitten mit der ihnen absolut gleichgroßer von den Breitenwerten auf den Querschnitten, so stellt sich zumeist heraus, daß jene rascher wachsen, also bei gleichem Abstande vom Netzhautzentrum größer sind. Will man eine vertikale Strecke einer gegebenen Horizontalen nach dem Augenmaß gleich machen, so fällt sie in der Regel zu klein aus. —

So haben wir nun ein ziemlich vollständiges Bild davon, wie die spezifischen Energien für die ver-

schiedenen Raumempfindungsqualitäten auf der Netzhaut angeordnet sind. Indes könnte allerdings die Frage erhoben werden, ob wir denn nicht von unserem ursprünglichen Untersuchungsplane bereits abgewichen und unsere Lokalisationsbefunde daher anders als für die Empfindungsqualitäten maßgebend zu deuten wären. Um die Zuordnung von Reiz und Empfindung bestimmen und die reinen, unmittelbaren Empfindungen ordnen zu können, mußten wir uns vorsetzen, unsere Beobachtungen an Raumwahrnehmungsfällen zu machen, die den Empfindungstatbestand möglichst unkompliziert enthalten. Nun haben wir aber unsere Feststellungen mehrfach durch ausdrückliches Vergleichen gewonnen, den reinen Empfindungen also zum mindesten noch den Prozeß des Vergleichens mit dem schließlichen Vergleichungsurteil hinzugefügt, und es ist nur zu gut bekannt, daß das Vergleichen fehlgehen, das Vergleichungsurteil falsch sein kann, so daß, was man daraus über die Beschaffenheit der verglichenen Gegenstände entnimmt, Täuschung ist. Liegen die Netzhautelemente von gleichem Breitenwert wirklich auf der nasalen Seite weiter weg vom Netzhautzentrum als auf der temporalen, sind also die von symmetrisch liegenden Netzhautelementen vermittelten Empfindungen tatsächlich verschieden, oder scheinen sie nur so, eine Urteilstäuschung vermöge mißleiteten Vergleichens, indem sie eigentlich doch gleich wären?

Es muß vor allem zugegeben werden, daß es Vergleichstäuschungen gibt. Es ist auch sicher, daß das Urteil über Gleichheit oder Verschiedenheit nicht nur den transzendenten (objektiven), sondern auch den immanenten Gegenständen gegenüber fehlgehen kann, womit zugleich gesagt ist, daß wir uns in dieser Beziehung auch über unsere eigenen Empfindungsin-

halte, über die aktuell im Bewußtsein vorhandenen Empfindungen täuschen können. Gewiß ist es, daß wir unter Umständen Empfindungen für gleich halten, die in Wirklichkeit verschieden sind. Und wenn, wie es von unseren Fällen gilt, die etwa irrigen Vergleiche sich nicht einmal direkt auf die Empfindungsgegenstände beziehen, sondern auf Gegenstände höherer Ordnung, die sich auf diese gründen, nämlich auf die Distanzen oder Strecken, das Vergleichen also nicht einmal direkt an den Empfindungen angreifen kann, sondern erst an mit diesen produzierten Vorstellungen, so ist die Chance zu einer Störung des ganzen Mechanismus nur vergrößert. Von vornherein denkbar wäre es also wohl, daß unsere Befunde auf Fehlvergleichungen beruhen und nicht, wie wir sie aufgefaßt haben, in den Empfindungen begründet sind; und daß dann etwa die Höhen- und die Breitenwerte der Netzhautelemente ganz einfach proportional gehen mit deren Höhen- und Breitenabständen vom Netzhautzentrum. Denkbar wäre es immerhin; die Frage ist nur, ob es so ist.

Um in dieser Sache einigermaßen klar zu sehen, muß man sich zu allererst vor Augen halten, daß, wenn die geschilderten Befunde nicht in den Empfindungen selbst begründet sein sollten, nach unserer gegenwärtigen Kenntnis des psychischen Mechanismus immer noch zwei verschiedene Wege möglich sind, auf denen sie zustande kommen können. Sie sind nämlich — um die beiden Wege zunächst kurz zu bezeichnen — entweder reine, eigentliche Urteilstäuschungen, oder sie beruhen auf sogenannter Inadäquatheit der Vorstellungsproduktion.

Bei den Urteilstäuschungen steht die Sache so, daß nicht nur die Empfindungen dem äußeren Reize, sondern auch die aus den Empfindungen hervor-

gehenden produzierten Vorstellungen wiederum diesen Empfindungen vollkommen adäquat sind, und die Täuschung lediglich daher kommt, daß das Urteil in der Art, wie es sich des adäquat gegebenen Vorstellungsmateriales bemächtigt und bedient, einer Störung unterliegt. Bekanntlich hat sich besonders die ältere Psychologie zur Erklärung von mancherlei Anomalien vielfach der Annahme solcher Urteilstäuschungen bedient. Fortschreitender Analyse und experimenteller Untersuchung hat sie jedoch Schritt für Schritt das Feld räumen müssen, ja sie hat sich überhaupt als etwas psychologisch Unklares, vielleicht sogar bis zu gewissem Grade innerlich Unmögliches erwiesen[9], so daß sie heute kaum für irgendeinen Fall in unbestrittener Geltung steht. Für die vorliegende Frage vollends besteht gar kein Anlaß, gerade ihr zu folgen. Keine von den verschiedenen Ursachen, die sich, wo ein Fehlgehen des bloßen Urteils bei adäquatem Vorstellungsmaterial wirklich zu konstatieren ist, der psychologischen Analyse stets als solche zu erkennen geben, wie etwa gestörte Aufmerksamkeit, Dazwischenkommen fremder Vorstellungen etc., hat hier die Hand im Spiele. Ferner wird alles, was z. B. für die Kundtsche Teilungstäuschung an anschaulich gebotenen Gegenständen von Belang ist, von dem einen Auge ganz genau so geboten wie vom andern; und doch fällt sie für das eine Auge in entgegengesetztem Sinne aus wie für das andere, ein Umstand, der, wenn es sich um eine durch die Eigenart des Gegenstandes verschuldete Urteilstäuschung handelte, unverständlich bliebe. Schließlich ist auch noch zu bedenken, daß die besprochenen Befunde auch dem besten Wissen von ihrer Anomalie ganz unverändert standhalten und sie sich innerhalb weitester Grenzen konstant erweisen,

was gleichfalls zum Charakter einer Urteilstäuschung nicht paßt.

Konnten wir also diese eine der beiden Möglichkeiten mit ziemlicher Bestimmtheit ablehnen, so verhält es sich nicht ganz so mit der andern. Was die Urteilstäuschungen infolge der psychologischen Forschung, insbesondere der jüngsten Zeit, an Terrain verloren haben, das hat fast ohne Einschränkung die Theorie der Produktionsinadäquatheit gewonnen.[10] Und auch in den vorliegend untersuchten Fällen wäre eine Situation gegeben, in der Produktionsinadäquatheiten platzgreifen könnten. Um eine Strecke zu halbieren, dazu ist es erforderlich, aus drei vorgegebenen Ortsvorstellungen die Vorstellungen zweier Distanzen zu gewinnen, und wie einfach auch der dazu notwendige Produktionsprozeß sein mag, wir wissen doch, daß er in seinem Resultate von allerhand Einflüssen abhängig ist und je nach Umständen die Vorstellung bald einer kleineren, bald einer größeren Distanz ergibt. Das ist für mehrere konkrete Fälle von Raum- und Zeitdistanzen so ziemlich unanfechtbar nachgewiesen.[11] Ob es auch in der Kundtschen Täuschung und den anderen angeführten Befunden das Maßgebende ist, das wäre Sache einer eigenen experimentellen Untersuchung, die vorläufig noch nicht geleistet ist. Wir können also unsere Frage in diesem Punkte vorläufig nur provisorisch und nach Wahrscheinlichkeit entscheiden; doch dürfte uns dabei eine ziemlich hohe Wahrscheinlichkeit zugänglich sein. Vor allem sind die Momente, deren sich eine experimentelle Spezialuntersuchung dieser Angelegenheit bedienen müßte, um eine Variation des allfälligen Produktionsprozesses herbeizuführen und dadurch dessen ausschlaggebende Bedeutung darzutun, wenn auch nicht systematisch so doch bereits in mannig-

facher Art beim Studium unserer Befunde mit zur Anwendung gekommen; und kann man auch nicht sagen, daß niemals Abweichungen vom Normalbefund verzeichnet worden wären, so hat man doch gar keinen Anlaß, diese übrigens ganz geringfügigen Abweichungen mit Variationen des Produktionsprozesses in Zusammenhang zu bringen. Doch hat diese ganze Betrachtungsweise nur für den Sinn und Bedeutung, der mit der angedeuteten Art der experimentellen Untersuchung des Produktionsprozesses genügend vertraut ist, eine Vertrautheit, die hier so nebenbei zu vermitteln nicht möglich ist. Dagegen gibt es glücklicherweise noch andere Gesichtspunkte, die der behaupteten Wahrscheinlichkeit zur Stütze dienen können. Zunächst der eine, daß unsere Befunde, auf die Empfindungen bezogen, zu gut mit anderen, später noch vorzuführenden gesicherten Beobachtungen stimmen, als daß die Deutung Mißtrauen verdiente. Es wird sich dies hauptsächlich bei der Behandlung des binokularen Sehens zeigen. Und zweitens: Es bleibt ein ziemlich ansehnlicher Teil der vorgeführten Lokalisationsanomalien, der auf keinen Fall der Produktion zur Last gelegt werden könnte, z. B. die scheinbare Neigung der Vertikalen, die scheinbare Krümmung der peripher gesehenen Geraden. Wenn nun schon so weitgehende Lagerungsanomalien der Netzhautelemente zugegeben werden müssen, so hat man a priori keinen Grund, nicht auch noch einige andere weitere zuzulassen. Es wird sich also höchstens darum handeln, wie groß der Rest von unseren Befunden ist, der in Produktionsinadäquatheit wurzelt. Dies im einzelnen zu entscheiden, mag experimenteller Spezialuntersuchung vorbehalten bleiben. Wir greifen ihr im übrigen gewiß nicht zu sehr vor, wenn wir für unser Teil nun dabei bleiben,

daß die in Rede stehenden Befunde in den Empfindungen begründet sind, und daß somit der Schluß, den wir daraus auf die Anordnung der Höhen- und Breitenwerte der Netzhaut gezogen haben, berechtigt ist.

In dem Schema Fig. 2 ist diese Anordnung in ihrem Verhältnis zur natürlichen Lage anschaulich und übersichtlich zur Darstellung gebracht. Die kleinen Ringe bezeichnen die Stellen der Netzhaut (eines linken Auges, dieselbe von hinten gesehen, links die äußere Partie), an welchen jene Netzhautelemente gelagert sind, die, wenn sie durchwegs proportional ihren Höhen- und Breitenwerten gelagert wären, an dem benachbarten Kreuzungspunkt der Horizontalen und Vertikalen liegen müßten. Das Schema ist natürlich nur qualitativ, nicht auch quantitativ gemeint. Übrigens wird man gerade an dieser Darstellung besonders deutlich auch darauf aufmerksam, daß die Bedeutung der Netzhautkrümmung für die Frage nach der Lagerung der Netzhautelemente noch gar nicht in Anschlag gebracht worden ist, und daß sie, sobald dies, wie es ja strenge genommen natürlich wäre, geschieht, einige nicht unwesentliche Modifikationen erleiden dürfte.

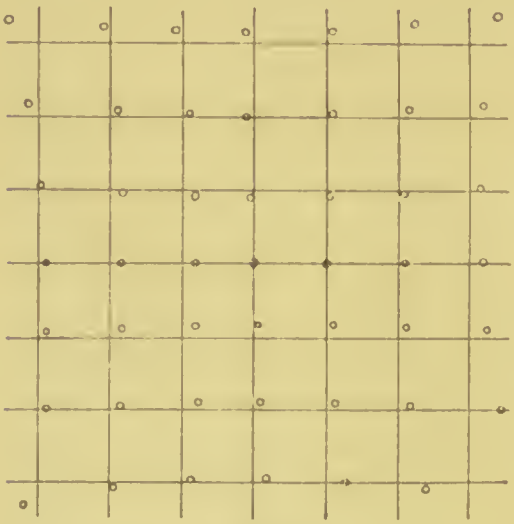

Fig. 2.

Wie unvollkommen nun auch nach alledem unsere Kenntnis von der Anordnung der Höhen- und

Breitenwerte in der Netzhaut derzeit noch ist, so kann doch für alle Fälle als gesichert bezeichnet werden, daß diese Anordnung erhebliche Abweichungen von der natürlichen Lagerung aufweist. Damit ist notwendig verbunden, daß die Netzhautelemente mit ihren spezifischen Ortsenergien in gleichem Ausmaße eine gewisse Unabhängigkeit und Selbständigkeit gegenüber den wirklichen Ursprungsorten der auf sie wirkenden Lichtreize besitzen, d. h. in den durch sie vermittelten Ortswahrnehmungen keineswegs nur einen lediglich von den wirklichen Örtern bestimmten und abhängigen Abklatsch der wirklichen Raumverhältnisse geben.

4. Demgegenüber ist es merkwürdig, wie sich andererseits doch wiederum ein weitgehender Anschluß an die Verhältnisse des wirklichen Raumes in der Lagerung der Höhen- und Breitenwerte zu erkennen gibt. Das auffallendste Beispiel dafür ist wohl die Lokalisation am blinden Fleck. Bekanntlich wird der Lichtreiz auf der Austrittsstelle des Sehnerven aus der Netzhaut psychophysisch nicht wirksam; Gegenstände, deren Netzhautbilder auf diese etwa 13—15° vom Netzhautzentrum nach innen gelegene Stelle der Netzhaut fallen, werden nicht gesehen. Der Teil des Gesichtsfeldes, der aus diesem Grunde einer Wiedergabe im Sehraum entbehrt, ist durchaus nicht geringfügig; auf seinem Durchmesser haben ungefähr elf bis zwölf Vollmonde nebeneinander Platz. Es sind daher schon sehr handgreifliche Ortsverschiedenheiten des wirklichen Raumes, um die es sich handelt, wenn man sich die Frage vorlegt, wie sich denn der Sehraum und die Tatsache des blinden Fleckes mit ihnen abfindet.

Die Frage ist nicht ganz identisch mit der her-

kömmlichen Fragestellung nach der Ausfüllung des blinden Fleckes. Sie ist vielmehr eine Art Vorfrage zu ihr. Denn wenn es sich bereits um die Ausfüllung des blinden Fleckes handeln soll, so muß doch vorher sichergestellt sein, daß überhaupt etwas (ein Stück Sehraum) zum Ausfüllen vorhanden ist, mit anderen Worten, daß dem blinden Fleck der Netzhaut im Sehraum eine tatsächliche, anschaulich vorgestellte Ausdehnung entspricht und die Sehraumelemente, deren Wahrnehmungsvorstellung durch die an der Grenze gegen den blinden Fleck gelegenen empfindenden Netzhautelemente vermittelt werden, durchaus nicht Grenze in demselben Sinne sind, wie die an der äußeren Grenze des Sehfeldes gelegenen, jenseits welcher es ein Sehfeld oder einen Sehraum weiter nicht mehr gibt, sondern Grenze bloß in dem Sinne, daß außerhalb ihrer, hier also auch von ihr eingeschlossen, anschaulich vorgestellte Ausdehnung gerade so vorhanden ist, wie überall sonst im Sehfelde, nur daß in diesem Stück des Sehfeldes die Einwirkung des äußeren Reizes ausgeschlossen wäre, eine Grenze also, die Ende ist nicht der Ausdehnung, sondern der Wirkungsmöglichkeit des Reizes. Ob diese Vorfrage aber zu bejahen ist, scheint gar nicht sicher ausgemacht, so viel sich auch die Forschung mit dem blinden Fleck bereits beschäftigt hat.

Die Ursache dieser Unentschiedenheit dürfte zum Teil darin gelegen sein, daß man aus Scheu vor einem Paradoxon niemals so recht darangegangen ist, die andere der beiden Möglichkeiten klar ins Auge zu fassen; die Möglichkeit nämlich, daß dem blinden Fleck der Netzhaut eine anschaulich vorgestellte Ausdehnung, ein Flächenteil im Sehfelde überhaupt gar nicht entspricht. Ein Paradoxon liegt darin allerdings beschlossen, und es ist begreiflich, wenn man

ihm für den Anfang nicht recht traut. Denn eines läßt die Beobachtung zu sicher und zu leicht feststellen, nämlich das, daß die am Rande gegen den blinden Fleck gelegenen lichtempfindlichen Netzhautelemente doch annähernd richtig, wenigstens ziemlich unbeeinflußt durch das Vorhandensein des blinden Flecks, lokalisieren, zum mindesten die ihnen entsprechenden Sehfeldelemente keineswegs unmittelbar benachbart sind. Sind aber diese Sehfeldelemente irgend voneinander räumlich verschieden, — und daß dies tatsächlich so ist, davon überzeugt man sich unfehlbar, wenn man einen auffallenden Gegenstand langsam so durch das Gesichtsfeld bewegt, daß sein Netzhautbild den blinden Fleck passiert, wobei der Gegenstand an einer Stelle des Sehfeldes wieder auftaucht, die von der seines Verschwindens weit entfernt ist — so haben wir nun den allerdings sehr merkwürdigen Fall zweier Punkte, die zwar eine Distanz (Abstand, Ortsverschiedenheit) haben, jedoch keinen Raum, keine Strecke zwischen sich. Der Fall ist gewiß merkwürdig, aber nicht innerlich unmöglich; denn es handelt sich hier nicht um den wirklichen Raum, sondern um den Sehraum, und wir wissen, daß, was für jenen gilt, nicht auch für diesen gelten muß. Es liegt also kein triftiger Anlaß vor, die negative Beantwortung der Vorfrage schon a priori außer Betracht zu lassen; man muß vielmehr mit beiden Möglichkeiten, sowohl der positiven, daß dem blinden Fleck gleichwohl ein Stück Sehfläche im Sehfeld (ein Komplex von Sehstellen in der Sehsphäre) entspricht, als auch der negativen, daß dies nicht der Fall ist, rechnen. Und gilt der zweite dieser beiden Fälle, so entfällt die Frage nach der Ausfüllung des blinden Fleckes von selbst.

Wie ist nun diese Vorfrage zu entscheiden? Man

wird, will man nicht unvorsichtig sein, sich schließlich eingestehen müssen, daß die bis heute verzeichneten Beobachtungen, so zahlreich und zum Teil autoritativ sie sind, zu endgültiger sicherer Entscheidung nicht ausreichen. Die gleichsam apriorischen Bedenken gegen eine negative Antwort schlechtweg sind nach den obigen Erörterungen allerdings geschwunden, und vielleicht stellt sich nun geradezu eine gewisse vorgängige Neigung dazu ein, zu sagen, daß ein dem blinden Fleck entsprechendes Stück Ausdehnung im Sehfelde gar nicht vorhanden sei. Dem steht nun aber doch wiederum einiges an Beobachtungen entgegen, was nicht so ohne weiteres beiseite gelassen werden darf. Nicht auf die zahlreichen und mannigfaltigen Angaben über die Art tatsächlicher Ausfüllung des blinden Fleckes soll hier besonderes Gewicht gelegt werden. Wenn es gewöhnlich heißt, bei gleichfarbiger, undifferenzierter Umgebung erscheine die Partie des blinden Fleckes in der Farbe des umgebenden Grundes, bei irgendwie regelmäßig gemusterter Umgebung in diesem Muster, also auf einem bedruckten Blatt Papier gleichfalls mit, wenn auch unleserlicher, Druckschrift ausgefüllt, so erweist sich dies bei einiger Kritik nicht als ein Datum dafür, daß tatsächlich so und so beschaffene Ausdehnung an der fraglichen Stelle im Sehfeld aufgefaßt worden wäre, sondern es bedeutet nur, daß der Beobachter, zur Beantwortung der vorgelegten schwierigen Frage gedrängt, einem, wenn auch nicht ausdrücklich bedachten Trugschlusse verfällt, der sich darauf stützt, daß im Sehfelde *nichts anderes* als die eine Farbe, die eine Musterung zu finden sei; sofern sich seine Angabe nicht gar nur auf das *Gesichtsfeld* (statt auf das Sehfeld) bezieht, über dessen Beschaffenheit an den unsichtbaren Stellen er auf Grund der Analogie zu den sicht-

baren mit größerer oder geringerer Sicherheit seine Vermutungen aufstellt. Nicht das also hinderte uns daran, die Vorfrage schlankweg negativ zu beantworten. Es sind vielmehr die Angaben über sogenannte entoptische Sichtbarkeit des blinden Fleckes, deren wir uns hier erinnern müssen. Wenn bei besonders schnellen Bewegungen des Bulbus plötzlich helle, kranzförmige Flecken im dunklen Gesichtsfeld aufzuleuchten scheinen, die ihrer Lage nach offensichtlich der Austrittsstelle des Sehnerven entsprechen[12], wenn bei plötzlichem Aufschlagen des Auges gegen eine gleichmäßige helle Fläche eben diese Stelle vorübergehend als ein schattiger Fleck zu sehen ist[13] und unter Umständen sogar die Kontrastfarbe zur diffusen farbigen Belichtung des Auges an dieser Stelle soll erscheinen können[14], so muß man sich sagen, daß dem blinden Fleck eine anschaulich vorgestellte Ausdehnung im Sehfelde zugehören muß. Andererseits aber sind diese Beobachtungen doch auch wiederum nicht eindeutig genug gesichert, als daß sie unbedingt in diesem Sinne respektiert werden müßten. Sie lassen allzuleicht eine Auffassung zu, nach der es sich bei ihnen um Druckphosphene aus der empfindlichen unmittelbaren Umgebung des blinden Flecks, etwa auch um Einflüsse binokularen Kontrastes handelt. Und so können wir unsere Vorfrage nur mit einem Wahrscheinlichkeitsentscheid verabschieden, des Inhalts, daß dem blinden Fleck eine anschaulich vorgestellte Ausdehnung im Sehfeld *nicht* entspricht.[15]

Es sei hier im Vorübergehen darauf hingewiesen, wie diese Sache für Psychologie und Physiologie auch sonst noch von Interesse ist. Daß sie, allem Apriori scheinbar zum Trotz, rein nur kraft der Machtvollkommenheit des psychisch Realen (der Inhalte) den

paradoxen Fall einer Distanz ohne Strecke verwirklicht, ist bereits aufgezeigt und aufgeklärt: Die anschauliche Vorstellung der Strecke fehlt. Daß diese Strecke, die ganze ausfallende Ausdehnung zumal, trotz der wie es scheint, extremen Günstigkeit der Situation, trotz der von allen Seiten kräftigst zuströmenden assoziativen Anregungen und Hilfen, nicht durch reproduktive Phantasie hinzuergänzt wird, ist immerhin bezeichnend. Daß ferner die entsprechende Stelle aus dem Sehfelde des zweiten Auges nur dann ergänzend eintritt, wenn dieses zweite Auge im Zustande des Funktionierens infolge objektiven Reizes sich befindet, nicht aber, wenn es gegen äußeres Licht vollständig abgeschlossen ist, muß gleichfalls insofern als bemerkenswert verzeichnet werden, als wir ja wissen, daß mit der Abdunkelung des Auges sein Sehfeld nicht etwa verschwindet, sondern nur eben vom Eigenschwarz des Auges ausgefüllt erscheint, und nun auf die Art des Zusammenwirkens der beiden Augen von hier aus ein Streiflicht fällt.

Bleiben wir also bei dieser wahrscheinlicheren Auffassung der Sachlage, so müssen wir in ihr einen Fall verwirklicht sehen, in dem sich die Anordnung der Höhen- und Breitenwerte der Netzhautelemente den Verhältnissen des wirklichen Raumes anschmiegt, gleichsam durch diese diktiert zu sein scheint, und die Netzhautelemente nicht der eigenen Ordnung und Reihenfolge spezifischer Energien folgen. Daran ändert sich nichts Wesentliches, wenn auch den gelegentlichen Beobachtungen, daß die dem blinden Fleck unmittelbar benachbarten empfindenden Grenzelemente nicht ganz adäquat, sondern so lokalisieren, daß die ihnen zugehörigen Gesichtsfeldelemente im Sehfeld ein wenig gegeneinander verzogen erscheinen[16], unter Umständen einige Berechtigung zukommen sollte.

Um über die bloße Wahrscheinlichkeit in dieser Sache hinauszukommen, könnte man sich nun noch versucht fühlen, naheliegende Analogien zu Hilfe zu nehmen. Der blinde Fleck ist bekanntlich nicht die einzige Stelle dieser Art in der Netzhaut, er ist nur weitaus die größte; eine Unzahl, freilich winzigster lichtunempfindlicher Stellen ist, von sonstigem abgesehen[17], über die ganze Netzhaut ausgestreut: die Zwischenräume zwischen den palisadenartig nebeneinander stehenden empfindlichen zylinderförmigen Elementen, den Stäbchen und Zapfen, vielleicht auch nur zwischen deren Außengliedern. Das Vorhandensein dieser zahlreichen blinden Pünktchen läßt sich wenigstens für die Netzhautgrube, die Stelle des deutlichsten Sehens, an einem Versuch von einfacher Anordnung erkennen. Wenn man Reihen von Punkten, ohne deren Schärfe und Deutlichkeit zu zerstören, immer kleiner und kleiner macht und mit möglichst ruhigem Blicke betrachtet, so tritt die eigentümliche Erscheinung des sogenannten Tauchens der Punkte ein: Einzelne Punkte verschwinden und erscheinen neuerdings, während inzwischen andere verschwinden, so daß unter Umständen etwa ein Viertel aller Punkte weg sein kann; ein Effekt, der sich eben aus dem Vorhandensein kleinster unempfindlicher Stellen und ihrem Zusammenwirken mit minimalen unwillkürlichen Augenbewegungen erklärt.[18] Wie kommen diese blinden Stellen im Gesichtsfelde zur Geltung?

Wenn wir uns daran erinnern, was unter dem Titel der Anordnung der Höhen- und Breitenwerte auf der Netzhaut zu verzeichnen war, wie, je weiter weg vom Netzhautzentrum, um so größere Abstände auf der Netzhaut notwendig sind, wenn der Eindruck gleicher Abstände im Sehfelde zustande kommen soll, wie damit eine allseitige gegen die Mitte gerichtete

Schrumpfung des Sehfeldes verbunden ist, wenn wir schließlich noch hinzufügen, daß, wovon man sich leicht überzeugen wird, das Sehfeld dem subjektiven, unmittelbaren Eindruck nach ganz überraschend weniger weit ausgedehnt erscheint, als das objektiv gemessene (siehe unten) Gesichtsfeld erwarten ließe, so liegt es wohl nahe, dies alles mit den zahlreich über die ganze Netzhaut verstreuten blinden Stellen in Zusammenhang zu bringen und zu meinen, daß diesen Stellen nicht nur keine Ausdehnung im Sehfelde entspreche, sondern in diesem Falle auch die empfindenden Elemente der Umgebung eine nicht verschwindend geringere Distanz im Sehfelde geben, als ihrer tatsächlichen Lage adäquat wäre; denn daraus ließe sich die Tatsache der Schrumpfung und alles Verwandte zwanglos verstehen. Es geht aber doch nicht an, diesen naheliegenden Gedankengang zu Recht bestehen zu lassen. Es steht ihm unsere Kenntnis des histologischen Aufbaues der Stäbchen- und Zapfenschicht entgegen. Die Stäbchen und Zapfen sind nämlich nicht rings umgeben von unempfindlichem Gewebe, sondern sie stoßen, zumal wenn es sich nicht gerade nur um die Außenglieder handelt, honigwabenähnlich aneinander, und nur in den vermöge ihrer zylindrischen Gestalt dabei ausgesparten Zwickeln hat man sich die blinden Stellen zu denken; wenigstens verhält sich die Sache so vom Netzhautzentrum ab bis weit hin gegen die Peripherie, wo dann allerdings das unempfindliche Gewebe nach und nach mächtiger zu werden scheint.

Aber wenn schon aus den eben in Erinnerung gerufenen Tatsachen unsere Folgerung nicht zulässig erscheint, so sind es andere Tatsachen, die auf die gleiche Folgerung führen. Es sind die Messungen der Sehschärfe, die mit den vorliegenden Erwägungen in gedanklichen Zusammenhang zu bringen wären.

Von den praktischen Interessen, denen die Sehschärfeprüfung zu dienen hat, ganz abgesehen, ist sie schon längst zur Erörterung einer benachbarten theoretischen Frage herangezogen worden: nämlich der Frage nach der Größe der einzelnen empfindenden Netzhautelemente. Versteht man unter „Gesichtswinkel", wie herkömmlich, den Winkel, den die Richtungslinien (Richtungsstrahlen) zweier Punkte des wirklichen Raumes miteinander bilden, und bestimmt man nun den kleinsten Gesichtswinkel, den zwei Punkte haben dürfen, wenn sie für ein bestimmtes Auge noch als zwei gesondert sollen wahrgenommen werden können, so hat man in diesem Winkel das Maß der Sehschärfe dieses Auges. Man fußt nun auf der Überlegung, daß zwei Punkte nur dann als gesondert erscheinen können, wenn zwischen ihnen eine wenn auch nur minimale Ausdehnung wahrnehmbar ist; und weiter, daß jedem empfindenden Netzhautelemente ein eigenes, eigentümlich qualifiziertes Sehraumelement zugehört. Dann müsse der kleinste Gesichtswinkel, unter dem zwei Punkte gerade noch gesondert wahrnehmbar wären, mindestens so groß sein, daß zwischen ihren Netzhautbildchen wenigstens noch ein Netzhautelement Platz hat.[19] Es ist nicht gerade eine besondere apriorische Stringenz, die dieser Folgerung ohne viel Vorbehalte beipflichten läßt, sondern der Umstand, daß die Zahlenwerte, die sie aus den Sehschärfemessungen für die Größe der Netzhautelemente ableitet, mit den auf dem Wege direkter mikroskopischer Messungen gewonnenen ziemlich gut übereinstimmen.[20] Wir werden uns deshalb auch nicht mit der für den Psychologen allerdings prinzipiell interessanten Vorfrage aufhalten, ob und worin wir im vorliegenden Falle eine Gewähr dafür haben, daß der gewonnene Wert wirklich schon die kleinstmög-

lichen Verschiedenheiten der Empfindungen selbst betrifft und somit die Mannigfaltigkeit der Raumempfindungen als ein Diskontinuum erkennen läßt, oder ob nicht vielleicht doch noch geringere Verschiedenheiten möglich und gegebenen Falles verwirklicht sind, die, nur wegen ihrer Kleinheit, nicht mehr als Empfindungsverschiedenheiten erkannt werden können; wir wollen also an dieser Stelle überhaupt nicht auf die Gegenüberstellung von Unterschieds- und Unterscheidungsschwelle[21] eingehen, noch auf deren Anwendbarkeit auf die Angelegenheit der Sehschärfe[22] — wir wollen uns damit begnügen, einfach zu konstatieren, daß die Sehschärfe — übrigens eine Aufgabe von nicht geringen theoretischen Komplikationen — gemessen worden ist unter den verschiedensten Umständen und Voraussetzungen, daß sie sich dabei in hohem Maße (variabel zwischen etwa 50″ und 8½′) abhängig von der Art der verwendeten Objekte, besonders aber auch von deren Beleuchtungsstärke[23] erwiesen hat, daß vor allem eine in verschiedenen Meridianen verschieden verlaufende, rasche Abnahme der Sehschärfe vom Netzhautzentrum gegen die Peripherie zu konstatieren war, und vieles andere, bis ins einzelne genauere mehr; daß aber niemals noch eine zuverlässige Andeutung dafür gefunden worden ist, daß die Sehschärfe an einem und demselben Punkte in den verschiedenen Richtungen von ihm aus verschieden groß wäre. Und das müßte doch wohl der Fall sein, wenn den nicht ringsum, sondern nur an bestimmten Seiten den empfindenden Elementen angelagerten blinden Stellen gleichwohl irgendein Raumwert für das Sehfeld zukäme.

Indessen nehmen sich alle diese und verwandte Erwägungen über den vorliegenden Gegenstand so

labil und unzuverlässig aus, daß man kaum das Gefühl haben wird, von daher eine positive Aufklärung über die dem blinden Fleck beim Aufbau des Sehfeldes zukommende Rolle holen zu können, sondern dabei nur einen Einblick darein gewinnen mag, wieviel Probleme hier noch zu lösen sind, wenn man über die bei all ihrem technischen Raffinement doch nur gleichsam mechanisch zu erledigenden Messungen hinaus der Sache in ihren tieferen Zusammenhängen auf den Grund zu kommen trachtet.

Dies zeigt sich sogleich wiederum, wenn man versucht, die theoretische Verbindung zwischen der Angelegenheit der Sehschärfe und der des minimum visibile, das ist der kleinsten, eben noch wahrnehmbaren Ausdehnung herzustellen, und dabei, wie natürlich, auch die Ergebnisse der beiderseitigen Messungen berücksichtigt. Der Zusammenhang scheint bereits in der Natur der Sache zu liegen. Zur Sehschärfemessung brauchen wir zugleich ein minimum visibile, nämlich eben die kleinste, gerade noch wahrnehmbare Ausdehnung zwischen den beiden, den Gesichtswinkel bestimmenden Punkten. Wenn die beiden Punkte eben noch gesondert als zwei wahrnehmbar (erkennbar?) sein sollen, dann muß ein Zwischenraum zwischen ihnen wahrnehmbar sein, und da es sich um den kleinsten Abstand der beiden Punkte handeln soll, so muß dieser Zwischenraum der kleinste wahrnehmbare, also die kleinste wahrnehmbare Ausdehnung, das minimum visibile sein. Man möchte also erwarten, daß die Ergebnisse der Messungen beider sonach nur definitorisch verschiedener Größen zusammenfallen. Dies trifft jedoch nach den dermalen vorliegenden Daten keineswegs zu. Die Angaben für das minimum visibile sind durchschnittlich sehr viel kleiner als die für die Sehschärfe. Sie

variieren, wenn man von einem extremen Fall mit 0,43″ absieht, zwischen 10″ und 39″24, während die der Sehschärfe, wiederum von den Extremen abgesehen, zwischen 50″ und 3,5′ liegen. Der Unterschied ist also nicht zu vernachlässigen. Indessen wie er sich erklärt, ist eine noch gar nicht aufgeworfene Frage. Und doch muß sie beantwortet werden, sei es durch den allfälligen Nachweis, daß sich der oben behauptete Zusammenhang zwischen Sehschärfe und minimum visibile bei genauerer Analyse des psychischen Sachverhaltes als irrig erweist, sei es, indem man auf ausschlaggebende Verschiedenheiten der Begleitumstände der Messungen hinweist; denn Helligkeit, Kontrast, Gestalt etc. sind beiderseits von großem Einfluß. Freilich, Momente wie das, daß zur Sehschärfemessung häufig parallele gerade Grenzlinien verwendet zu werden pflegen, und solche Gerade wegen des Zapfenmosaiks mitunter ein welliges und zackiges Aussehen bekommen, so daß sie stellenweise miteinander verschwimmen können, dürften zur Erklärung kaum genügen.

Auch eine andere hierher gehörige wichtige und interessante Frage harrt noch der Klärung. Die Messungsergebnisse und sonstige Gesichtspunkte legen es nahe, anzunehmen, daß ein Netzhautelement, ein Stäbchen oder Zapfen, nur als Ganzes in Erregung kommen kann, auch wenn der Lichtreiz bloß einen Teil seiner ihm zugekehrten Oberfläche trifft; er muß nur, wenn nicht ausgedehnt über die ganze Oberfläche, entsprechend intensiver sein. Das stimmt dann gut dazu, daß die sogenannten Fixsterngrößen in Wahrheit nichts anderes sind als Sternhelligkeiten, daß ferner das größte minimum visibile, das unter den verschiedenen Verhältnissen zu finden war (von zirka 30″), ein Netzhautbildchen ergibt, dessen Durch-

messer von etwa 2,5 μ ungefähr dem eines Zapfens der Zentralgrube entspricht[25], und daß selbst bis zu Gesichtswinkeln von 2—3 Minuten die scheinbare Größe der Objekte nur von der von ihnen aus auf die Netzhaut gelangenden Lichtmenge abhänge.[26] Also steuert jedes empfindende Netzhautelement zum Aufbau des Sehfeldes ein ihm eigentümliches, stets sich gleichbleibendes, minimales Flächenstückchen bei[27], das vermöge der spezifischen Energie des Netzhautelementes an einer ganz bestimmten Stelle des Sehfeldes zu liegen kommt und das insofern gleichsam einen „physiologischen Punkt" darstellt, als es physiologisch unteilbar, d. h. das kleinste Flächenstückchen ist, dessen zugehöriger Empfindungsinhalt sich psychophysisch erzeugen läßt; von psychologischem Interesse wäre es nun aber, zu entscheiden, ob dieses minimale Sehfeldflächenstückchen in sich noch weiter die Unterscheidung von verschiedenen Örtern, Punkten zuläßt (man müßte es, sofern nicht die Unterscheidungsschwelle entgegensteht, erwarten, nachdem das Flächenstückchen ja noch nicht selbst ein Punkt ist und überdies seine Grenzen die größte Annäherung bezeichnen, die für zwei Punkte, wenn sie noch unterschieden sollen werden können, zulässig ist), wobei dann der Sinn, in dem von spezifischer Ortsenergie des Netzhautelementes zu sprechen ist, eine eigentümliche Modifikation erführe, und schließlich die Frage nach der Sehgröße (nicht Schwinkel- oder Netzhautbildchengröße, sondern Größe im Sehfelde) des minimalen Sehfeldflächenstückchens ihr Recht zu fordern hätte.

Die lehrreichste Analogie zum Verständnis der Rolle des blinden Fleckes dürfte doch immer noch die zu den äußeren Grenzen des Sehfeldes sein. Auch hier ist bisher hauptsächlich die psychophy-

sische Messung im Vordergrunde des Interesses gestanden, zumal sie ja auch für die Pathologie mancherlei Bedeutung hat. Es ist also die Bestimmung der Grenzen des Gesichtsfeldes, um die es sich dabei zumeist handelt. Solche Bestimmungen können mittelst sogenannter perimetrischer Methoden und Apparate mit großer Genauigkeit ausgeführt werden. Sie ergeben vor allem, daß sich das Gesichtsfeld vom fixierten Punkte aus nicht nach allen Richtungen gleichweit erstreckt und im allgemeinen horizontal ziemlich stark weiter ausgedehnt ist als vertikal, nach außen und nach unten weiter als nach innen und nach oben. Die durchschnittlich gefundenen Werte sind etwa 90° nach außen, 55° nach innen, 50° nach oben, 65° nach unten. Man sieht, der fixierte Punkt ist keineswegs die geometrische Mitte des Gesichtsfeldes, wie ja auch die geometrische Mitte der Netzhaut dem blinden Fleck viel näher liegt als dem sogenannten Netzhautzentrum, der fovea centralis. Übrigens haben die angeführten Zahlen insofern geringere Bedeutung, als sie eigentlich doch nicht das bestimmen, worauf die Frage abzielt. Sie geben die Grenzen des Gesichtsfeldes, wie sie, nicht von den Grenzen der lichtempfindlichen Schichten der Netzhaut oder wenigstens vom dioptrischen Apparat abhängen, sondern wie sie zum Teil auch durch die vorragenden Partien des Gesichtes, hauptsächlich Nase, Augenbrauenbogen, Wangen eingeengt werden. Beseitigt man diese Einengungen, so vergrößern sich die angeführten Zahlen je nach den verschiedenen Richtungen um 0—15°.

Aber auch damit ist das Interesse an der Sache, vornehmlich für den Psychologen, noch nicht befriedigt. Es handelt sich nicht nur um die Ausdehnung des Gesichtsfeldes als einer objektiven Raum-

größe, sondern auch um das Verhältnis des Gesichtsfeldes zum Sehfeld. Freilich läßt sich das Sehfeld nicht mit objektiven Mitteln nach Winkelgraden ausmessen. Aber abschätzen läßt es sich, und sollten einmal darauf abzielende Versuche ausgeführt werden, so wird sich das Sehfeld gewiß scheinbar weit weniger ausgedehnt erweisen, als es dem Gesichtsfelde seiner objektiven Messung nach entsprechen müßte. Auch die Gestalt des Sehfeldes mag sich dabei im Vergleich zu der des Gesichtsfeldes als etwas in gewissem Grade Selbständiges zeigen, und die Lage der Mittelstelle in ihm müßte sich gleichfalls bestimmen und in Beziehung setzen lassen zu der des fixierten Punktes im Gesichtsfelde.

Schließlich bliebe noch die Natur und Beschaffenheit der Grenzen des Sehfeldes (nicht des Gesichtsfeldes!) zu klären. Bei diesen Grenzen ist es — anders als bei den Grenzen gegen die Sehfeldprojektion des blinden Flecks — ganz ausgemacht, daß es jenseits von ihnen eine Ausdehnung überhaupt nicht mehr gibt. Eine Grenze ist nun sonst nichts weiter als die mathematische Linie (also etwas an sich Unselbständiges und Irreales), in der zwei Ausdehnungen aneinanderstoßen; und es scheint, daß wir uns den Tatbestand einer Grenze in anderer Weise anschaulich auch gar nicht vorstellen können, insbesondere nicht den einer Grenze, auf deren einer Seite keine Ausdehnung, nichts ist. Und doch muß diese Vorstellung in unserer jederzeit gegenwärtigen Wahrnehmungsvorstellung des Sehfeldes vorhanden sein. Wie sieht nun also diese Vorstellung, richtiger gefragt, diese Grenze, die Grenze, auf deren einer Seite das Nichts ist, aus? Ist sie in Analogie zu denken etwa zur Grenze der Hörbarkeit der Tonreihe, insbesondere der Tonreihe nach unten? Oder ent-

spricht der Gesichtsfeldgrenze im Sehfelde vielleicht überhaupt kein Ende, indem das Sehfeld etwa kugelig in sich geschlossen wäre, eine Annahme, die sich besonders angesichts des dunklen Sehfeldes bei vollständig verschlossenem Auge aufdrängen mag? Und warum nimmt man bei den äußeren Grenzen des Sehfeldes daran, daß es außerhalb ihrer keine Ausdehnung geben soll, um so viel weniger Anstoß, als bei den durch den blinden Fleck veranlaßten inneren? — Das alles sind Fragen, deren Beantwortung uns die Psychologie des räumlichen Sehens noch schuldig ist, deren gründliche Erörterung hier jedoch zu weit führen würde, so daß es genügen mag, auf sie hingewiesen zu haben.

β) Das monokulare Sehen mit unbewegtem Auge und die Tiefendimension.

1. In unserer Aufgabe, die Zuordnung zu ermitteln, die zwischen den Raumreizen und den Qualitäten der Raumempfindung bestehen, haben wir bis jetzt nur erst auf den Zusammenhang der Höhen- und Breitenlagen in den beiden einander gegenübergestellten Gebieten geachtet. Wir brauchten also auf die Tiefenlage der jeweils verwendeten Raumreize nicht besonders Rücksicht zu nehmen, und konnten sie deshalb ausschließlich unter dem Gesichtspunkte der Zweckmäßigkeit und Bequemlichkeit für die eben zu behandelnde Frage wählen, im übrigen aber gänzlich von ihr absehen.

Aber dies galt nicht nur von den Tiefenlagen der zur Verwendung gelangenden Raumreize. Im Sinne der zu erledigenden Teilaufgabe hatten wir auch die allfälligen Tiefenmerkmale der psychischen Korrelate, der Raumempfindungen, vorerst noch außer acht zu lassen.

Schon aus diesem Grunde hat es sich uns dabei als besonders zweckmäßig erwiesen, die Raumempfindungen vorläufig lediglich als auf Sehsphäre und Sehstellen gerichtet zu betrachten und uns bei ihrer Beschreibung dieser Ausdrücke zu bedienen. Es ist nun aber die Frage, ob dies nur methodisch-technisch von Vorteil war, oder ob es nicht vielleicht doch tiefer in der Sache selbst begründet liegt, wenn sich dieses Vorgehen so natürlich gestaltet hat.

Damit kommen wir auf die neue Teilfrage: Die Zuordnung zwischen den Tiefenlagen des Raumreizes und den Tiefenmerkmalen der Raumempfindung. —

Die Raumreize haben natürlich stets eine Tiefenlage, und natürlich auch stets eine bestimmte. Man muß sich nun zunächst fragen, ob Analoges auch für die Raumempfindung gilt, oder ob die Raumempfindung des Merkmales der Tiefe überhaupt oder wenigstens des Merkmales einer bestimmten Tiefe entbehrt.

Die Notwendigkeit, diese Frage ausdrücklich aufzuwerfen, drängt sich keineswegs nur dann auf, wenn man sich dem vorliegenden Problemenkreis von der historischen Seite her nähert. Die Tatsachen selbst sind so beschaffen, daß es auch bei ungeschulter Beobachtung und primitivster Erfahrung deutlich wird: Die allfälligen Tiefenmerkmale der Raumempfindung sind zum mindesten weitaus nicht so aufdringlich und greifbar wie die Breiten- und Höhenmerkmale.

Wohl gemerkt, wir sprechen gegenwärtig von der reinen, unmittelbaren Raumempfindung. Es bleibt also vorläufig alles außer Betracht, was zur Tiefenlokalisation des Geschehenen durch Erfahrung oder sonstige indirekte Hilfsmittel irgendwelcher Art beigetragen wird. Wir haben es zunächst, den äußeren, technischen Versuchsumständen nach immer noch mit

dem in seiner Primärstellung unbeweglich fixierten einen Auge zu tun, während das andere vom Sehakte ausgeschlossen bleibt, und die Raumreize am besten durch kleine, je nach Bedarf aufleuchtende Lichtpunkte im sonst völlig verdunkelten Raume abgegeben werden — wobei außerdem zum mindesten noch zu fordern wäre, daß die Versuchsperson auch über die räumlichen Verhältnisse der Örtlichkeit und über die Art und Weise der Erzeugung des Lichtpunktes nicht unterrichtet ist. Und man sollte nun meinen, daß die Beantwortung der Frage, ob die unter solchen Umständen erzeugten Raumempfindungen Tiefenmerkmale besitzen und wie diese den Tiefenlagen der Raumreize entsprechen, lediglich Sache der einfachsten und direktesten Beobachtung ist.

Diese Beobachtung scheint nun aber in Wirklichkeit keineswegs so leicht zu sein. Sei es, daß sie zu sehr der Beeinflussung oder gar Fälschung durch allgemeinere theoretische Überzeugungen ausgesetzt ist, sei es, daß es nicht überall und jedem gleich gut gelingt, die Wirkung gleichzeitiger oder früherer Erfahrungen — die ja, wie wir sehen werden, durchaus nicht stets objektiver Anlässe bedürfen, sondern sich auch infolge rein subjektiver Anregungen zur Geltung bringen können — fern zu halten, oder daß Unklarheiten in der Fragestellung obwalten: Die kompetentesten Forscher stimmen in ihren Bescheiden über diese Sache nicht miteinander überein.

Wenn wir uns nur das Nächstliegende vergegenwärtigen, so wissen wir, daß z. B. Wundt von einer Fläche spricht, „in welche das ruhende Auge alle gleichzeitig sichtbaren Punkte . . . verlegt“[28], während sich Helmholtz etwas vorsichtiger ausdrückt, wenn er sagt, daß wir beim Sehen mit einem Auge, dessen Drehpunkt seinen Ort im Raume nicht wechselt, die

Objekte „nur noch wie an einer Fläche verteilt sehen".[29] Nimmt man hinzu, daß von empiristischer Seite vielfach Gewicht darauf gelegt wird, wenn von operierten Blindgeborenen u. a. bisweilen berichtet wird, daß sie sich anfangs einbildeten, alle Sachen, die sie sähen, berührten ihre Augen[30], so wird man wohl nicht fehlgehen, wenn man annimmt, daß diesen Anschauungen nach ein Tiefenmerkmal irgendwelcher Art der Raumauffassung noch viel weniger ursprünglich ist als das Breiten- und Höhenmerkmal.

In ganz anderem Sinne ist es gemeint, wenn auch Stumpf lehrt, daß die ursprüngliche monokulare Empfindung eine Fläche ist, genauer eine für jedes Auge in gewisser Entfernung befindliche sphäroidische Fläche.[31] Er stützt sich dabei hauptsächlich auf direkte Beobachtung der scheinbaren Tiefenlagen von Doppelbildern[32] und sieht seine empirischen Befunde in angemessener Zustimmigkeit zu seiner apriorischen Überzeugung: „Eine reine Flächenvorstellung ist so wenig möglich wie eine reine Linien- oder Punktvorstellung; und so wenig wie eine raumlose Qualitätsvorstellung. Jeder Gesichtsinhalt schließt notwendig die dritte Dimension bereits ein. Und dies liegt ebensosehr in seiner Natur, wie daß er in einer Farbenqualität vorgestellt wird".[33] Seine Meinung ist, daß die Reizung einer jeden Netzhautstelle eine Empfindung hervorruft, die nicht nur ein Höhen- und ein Breitenmerkmal, sondern auch ein Tiefenmerkmal, und zwar einer bestimmten Tiefe besitzt.

Nicht so weit, wenn auch immer noch nativistisch im entschiedensten Sinne des Wortes, geht die Auffassung Herings. Auch er spricht der einzelnen Netzhautstelle Tiefenwert zu, auch seiner Meinung nach löst die Reizung auch schon eines einzigen Netzhautelementes eine Empfindung mit Tiefenmerkmal aus.

Aber diese rein empfindungsmäßige Tiefenqualität ist keine absolute, sondern nur relativ lokalisierende, d. h. die Tiefenlage des erscheinenden Sehraumpunktes wird durch die gereizte Netzhautstelle, beziehungsweise durch die Tiefenqualität der Empfindung nicht absolut, sondern nur relativ zu einem anderen Punkte des Sehraumes, also in bestimmter Distanz vor oder hinter ihm, bestimmt, der seinerseits der Tiefe nach nicht durch Empfindung, sondern durch andere, zentralere Momente gegeben ist.

Diese Revue nicht zusammenstimmender Meinungen ließe sich noch weiter ausdehnen. Für uns hat sie indes vorläufig nur den Wert, die Schwierigkeit der Frage und die Unsicherheit in ihrer Behandlung zu illustrieren.

Es scheint nun freilich, daß diese Schwierigkeit und Unsicherheit weniger in der Natur der Sache als im historischen Gang der Forschung begründet liegt, der sich von einer — man darf wohl sagen — an seinem Anfang stehenden Gedankenkonstellation ungebührlich beeinflußt zeigt; und man könnte darin ein klassisches Beispiel dafür sehen, wie verhängnisvoll unter Umständen rationalistisch-aprioristische Denkweise dort werden kann, wo es sich darum handeln sollte, den Blick offen und unbeirrt auf die empirischen Tatsachen gerichtet zu halten.

Bringt man indes das Zeitalter in Anschlag, so wird man sich über die rationalistischen Anfänge der Geschichte des Problems nicht wundern. Sie liegen nämlich bei Berkeley. Wenigstens knüpft sich an seinen Namen, ob mit Recht oder Unrecht mag hier ununtersucht bleiben, das verbreitetste Argument, das geradezu die Unmöglichkeit einer monokularen Tiefenwahrnehmung (-empfindung?) erweisen soll. Es wird, denke ich, allgemein zugegeben, „daß Entfernung

(Tiefe) ihrer Natur nach unmittelbar nicht gesehen werden kann. Denn da sie nichts weiter ist als eine gerade Linie, die gerade gegen das Auge gerichtet ist, so projiziert sie sich auf dem Grunde des Auges nur in einem Punkte, der unverändert derselbe bleibt, gleichviel ob die Entfernung länger oder kürzer ist".[34]

Die erste, die unausgesprochene Prämisse dieses Argumentes heißt offenbar, daß zwei Raumpunkte nur dann räumlich verschiedene Sinneseindrücke geben können, wenn sie verschiedenen Punkten des Augenhintergrundes eindeutig zugeordnet sind; und obwohl das Argument Berkeleys nicht nur deshalb versagt, weil es gerade auch schon in dieser Prämisse einen Beleg dafür abgibt, wieweit oft das a priori Erdachte hinter der Mannigfaltigkeit des Wirklichen zurückbleibt, so wollen wir uns doch zunächst auch dies im einzelnen vergegenwärtigen.

Zuzugeben ist vor allem, daß, soll die Verschiedenheit der Distanzen der Reizpunkte in den Empfindungen abbildlich zur Geltung kommen, das Aufnahmsorgan vom Reize je nach seiner Distanz verschieden affiziert werden muß. Unser Aufnahmsorgan ist nun aber keineswegs so einfach beschaffen, daß eine Verschiedenheit seiner (räumlich relevanten) Funktionsweise nur durch die Verschiedenheit der Lage der jeweils gereizten Punkte des Augenhintergrundes gegeben sein könnte. Zwei Momente sind es vor allem, die in dieser Beziehung noch außerdem offensichtlich in Betracht zu ziehen wären. Erstens folgt das Auge den verschiedenen Entfernungen des Reizpunktes — allerdings nur innerhalb gewisser Grenzen — mit der Einstellung seines Akkommodationsmechanismus; um in jedem Falle ein scharfes Bild auf der Netzhaut zu ergeben, muß sich der dioptrische Apparat des Auges den Objektdistanzen

anpassen, und das geschieht dadurch, daß die Linse durch verschiedene Kontraktion der mit ihrer Aufhängevorrichtung in Verbindung stehenden Muskeln verschiedene Krümmung und damit verschiedene Brennweite annimmt. Zweitens besteht normalerweise eine automatische Assoziation der Einstellung beider Augen, vermöge welcher, wenn sich ein Auge der Richtung und der Akkomodation nach auf einen bestimmten Punkt einstellt, auch das andere Auge — allerdings gleichfalls nur innerhalb gewisser Grenzen — in beiden Beziehungen folgt, und zwar auch dann, wenn es vom Sehakte eben ausgeschlossen ist; die Akkommodation des einen, sehenden Auges nimmt gleichsam die Akkommodation des anderen, ausgeschlossenen mit und dies regelt innerhalb der Grenzen der sogenannten „relativen Konvergenz- beziehungsweise Akkommodationsbreite" die Einstellung der Gesichtslinie des zweiten Auges, so daß bei Annäherung des Reizpunktes die beiden Gesichtslinien einen immer größeren, bei Entfernung einen immer kleineren Winkel (den Konvergenzwinkel[35]) bilden. Beide Mechanismen, Akkommodation und Konvergenz, setzen also Veränderungen am Aufnahmsorgan, die mit der Tiefenlage des Reizpunktes zusammengehen, und die daher, dies wiederum auf verschiedenem Wege, nicht nur direkt von den ihnen zugehörigen Muskelaktionen aus, immerhin der Tiefenwahrnehmung, selbst einer Tiefenwahrnehmung des monokularen Sehens mit unbewegtem Auge, zur Verfügung stehen könnten.

Aber sie sind nicht einmal noch alles, wenn auch das Nächstliegende, was unsere übrigens jedenfalls noch unvollständige Kenntnis der physiologischen Funktionsweise des Auges in diesem Sinne anzuführen vermag. Das Weitere setzt freilich irgendwie Bewegung des reizaufnehmenden Bulbus voraus, aber

es wäre ja nicht ausgeschlossen, daß, was ursprünglich nur bei bewegtem Bulbus ausgelöst wird, infolge von Übung, Assoziation, Anpassung in seinen Nachwirkungen auch bei ruhendem Bulbus zur Geltung kommt.

Nehmen wir z. B. drei Punkte a, b, c an (Fig. 3), die zusammen auf einer Geraden mit dem Mittelpunkte (m) der Pupille liegen, so werden sie sich im allgemeinen nicht gleichzeitig scharf auf der Netzhaut abbilden können, weil das Auge auf einmal nur auf einen von ihnen akkommodiert sein kann; es werden also wenigstens zwei, unter Umständen aber auch alle drei, in Zerstreuungskreisen erscheinen, und zwar in der Regel so, daß sich die Zerstreuungskreise teilweise (in β) decken. Man sagt dann, daß man die drei Punkte aufeinander abvisiert, d. h. ihre Lage auf einer Geraden prüft, und die Gerade heißt deshalb die Visierlinie.[36] Betrachten wir nun nur den Effekt des einen, eben der Visierlinie entsprechenden Strahles, gleichsam als wären alle drei Strahlenkegel nur auf diesen einen Strahl beschränkt, so wird von allen drei Lichtpunkten aus die Netzhaut an demselben Punkte gereizt werden und sie werden an derselben seitlichen Stelle der Sehsphäre erscheinen müssen. Will man sie nun aber fixieren, d. h. ihre Netzhautbilder auf das Netzhautzentrum bringen, so kann dies, wie man sich aus der Figur, in welcher d den Drehpunkt, k den Knotenpunkt bedeutet, leicht überzeugt, nicht für alle drei Punkte durch die gleiche Drehung des Auges erreicht werden, und die drei

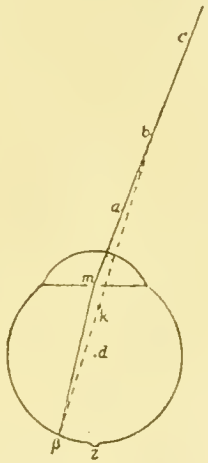

Fig. 3.

Punkte können überhaupt nicht zugleich fixiert werden. Mißt man nach Wundt für die Lokalisation eines Punktes nicht nur der Lage seines Bildchens auf der Netzhaut als solcher (d. i. dem daraus resultierenden, von ihm sogenannten qualitativen Lokalzeichen[37]) eine Bedeutung bei, sondern auch der Bewegung oder dem Bewegungsimpuls, der das Bildchen auf das Netzhautzentrum überführt (dem sogenannten intensiven Lokalzeichen), so haben die drei Punkte a, b, c ursprünglich wohl gleiches qualitatives, aber verschiedenes intensives, im ganzen also doch verschiedene Lokalzeichen, sie werden zwar in derselben Richtung, aber in verschiedener Tiefe lokalisiert: Also vorläufig zum mindesten doch wiederum eine neue Möglichkeit, bei dem gegebenen Bau und der gegebenen Funktionsweise des Organes auch bei monokularem Sehen (mit unbewegtem Auge) zu einer je nach der Tiefenlage des Reizpunktes verschiedenen Inanspruchnahme desselben zu gelangen, eine Möglichkeit, die sich auf die sogenannte Parallaxe des indirekten Sehens[38] gründet, d. i. den Unterschied zwischen Drehungswinkel und Visierlinienwinkel.

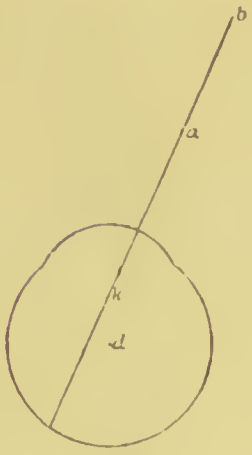

Fig. 4.

Ein gleiches läßt folgende noch viel einfachere Überlegung einsehen — wenn sie auch in ihrer Bedeutung etwas schwerer auf das Sehen mit unbewegtem Auge übertragen werden mag. Reizpunkte (a, b, Fig. 4), deren Bilder sich bei einer beliebigen bestimmten Stellung des Auges decken, verschieben sich scheinbar gegeneinander, wenn das Auge eine Drehung vollführt (Fig. 5). Ursache davon ist, daß

Knotenpunkt und Drehpunkt nicht zusammenfallen, sondern dieser zirka 6,5 mm hinter jenem liegt, so daß es zu einer so zu nennenden Richtungslinien- oder Knotenpunktsparallaxe kommen muß.

Man sieht, es lassen sich mannigfache Möglichkeiten ausdenken, die unter Berücksichtigung des anatomischen Baues und der physiologischen Funktionsweise des Auges eine den Tiefenunterschieden der Reizpunkte folgende Variation in der Art und Weise, wie das Auge vom Raumreize affiziert wird, ergeben würden; und dabei ist es wahrscheinlich, daß uns wegen unvollständiger Kenntnis des Sehapparates noch einige weitere überhaupt verborgen bleiben. Das apriorische Argument Berkeleys, das sich so viele nach ihm zu eigen gemacht haben, ist also durchaus hinfällig, und es würde sich vor allem darum handeln, ganz unbeirrt durch irgendwelche a priori ausdenkbare Möglichkeiten die unmittelbare Erfahrung des monokularen Sehens bei unbewegtem Auge selbst zu befragen. Die Forschung aber, wie sie sich in Wirklichkeit abgespielt hat, ist doch immer wenigstens soweit unter dem Einfluß jener apriorischen Gedanken gestanden, daß sie in der Regel die Fragestellung spezieller gestaltet und auf die Prüfung der allfälligen Tatsächlichkeit irgendeiner jener speziellen Möglichkeiten zugespitzt hat. Es wurde untersucht, ob die Tiefenlage der Reizpunkte mittelst der Akkommodation, mittelst der Konvergenz, mittelst der Parallaxen erkannt werden könne, und da die Antworten überall schließlich und endlich doch eher negativ als positiv ausfielen, so ist man vielfach geneigt, zu schließen,

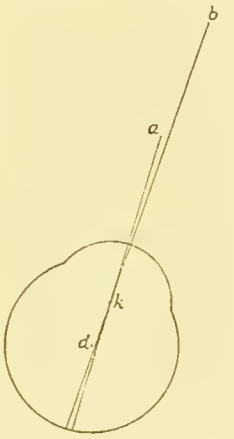

Fig. 5.

daß dem monokularen Sehen mit unbewegtem Auge die spezifische Sinnesenergie für eine Empfindung mit Tiefenqualität überhaupt abgehe. Wir werden gleich sehen, ob und wie weit nun wiederum dieser Schluß berechtigt ist. Vorerst wollen wir nur noch in aller Kürze die einzelnen Fakten, auf die er sich stützt, zur Kenntnis nehmen.

2. Was also zunächst die Akkommodation anlangt, so galt sie allerdings lange Zeit hindurch, und gilt vielfach auch heute noch als ein besonderes Mittel der Tiefenwahrnehmung. Dabei ward es freilich nicht immer klar entschieden, ob sie sogleich als Mittel zur direkten Auslösung einer visuellen Tiefenempfindung zu betrachten sei, oder ob sie zunächst lediglich eine kinästhetische (Muskel-)Empfindung vermittle, von der aus erst auf dem Wege entweder der Assoziation oder eines mehr oder weniger unbewußten Schlußvorganges die bloße „Vorstellung" der Tiefenlage des gesehenen Objektes erreicht würde. Ob man sich nun aber die Sache so oder so dachte, auf jeden Fall mußte man sich schon von vornherein damit bescheiden, daß der Leistungsfähigkeit der Akkommodation verhältnismäßig enge Grenzen gezogen sind. Denn wenn sich auch das Akkommodationsgebiet (die Distanz zwischen Nahe- und Fernpunkt) — allerdings nur beim Emmetropen, bei Myopie und Akkommodationskrampf würde sich die Sache noch merklich ungünstiger gestalten — etwa von 15 cm bis ∞ erstreckt, so ist doch die Einstellung des Refraktionsapparates für alle jenseits von einigen wenigen Metern gelegenen Entfernungen die gleiche, und auch innerhalb dieses kleinen Gebietes ist es nicht nur ein Punkt, sondern eine, mit dem Abstand vom Auge überdies wachsende Teilstrecke der Gesichtslinie, die sogenannte Akkommo-

dationslinie, in welcher die bei einem gegebenen Akkommodationszustande scharf und deutlich fixierbaren Objekte liegen. Auch hat man niemals etwas davon gehört, daß die allfällige Fähigkeit einer monokularen Tiefenwahrnehmung des unbewegten Auges mit fortschreitendem Alter eine Einbuße erlitte, was doch in ziemlich auffallendem Maße eintreten müßte, da die Akkommodationskraft vom Kindes- bis zum Greisenalter von zirka 14'o bis auf 0'o Dioptrien absinkt. Schließlich sind es auch noch ganz leicht zugängliche Erfahrungen, die ein rechtes Vertrauen zur akkommodativen Tiefenwahrnehmung nicht aufkommen lassen. Blickt man, während das eine Auge geschlossen ist, mit dem andern durch ein Rohr von so gewählten Dimensionen, daß es den Anblick auf alle übrigen Gegenstände des Gesichtsfeldes ausschließt und nur einen in vorher unbekannter Entfernung aufgehängten, mit seiner Ebene in der vertikalen Achsenebene des Rohres gelegenen Ring von unbekannter Größe sehen läßt, so mißlingt der Versuch, ein Stäbchen von der Seite her in den Ring zu stecken, in der großen Mehrzahl der Fälle; und zwar deshalb, weil man nicht ausnimmt, ob sich das von der Seite her annähernde Stäbchen in der richtigen Entfernung des Ringes befindet oder nicht. Ist man dagegen von früher her mit der wirklichen Größe des Ringes und des Stäbchens gut vertraut und daher auf Grund seiner Erfahrungen einigermaßen in der Lage, ihre Entfernung annähernd aus ihrer scheinbaren Größe zu entnehmen, so gelingt der Versuch merklich besser.

Solche Erfahrungsmotive dürften es nun auch gewesen sein, die, nicht vollständig ferngehalten, vornehmlich in den Untersuchungen Wundts[39] und Arrers[40] den Schein eines Tiefenwahrnehmungswertes der Akkommodation ergeben haben. Diese Versuche[41]

sind in der Hauptsache mittelst sehr dünner (0,22 mm) verschiebbarer schwarzer Fäden, die durch ein Rohr gegen einen weißen Hintergrund sichtbar waren, ausgeführt worden. Sie ergaben eine verhältnismäßig ganz ansehnliche Unterschiedsempfindlichkeit der monokularen Tiefenwahrnehmung des unbewegten Auges; z. B. bei einer Ausgangs-(Normal-)Distanz von 30 cm eine Annäherungsschwelle von 0,5 cm, eine Entfernungsschwelle von gleicher Größe, bei 220 cm Ausgangsdistanz 6, beziehungsweise 8 cm.

Merkwürdigerweise hat sich nun aber ein wesentlich anderes Resultat ergeben, sobald, wie dies Hillebrand gelungen ist, eine Versuchsanordnung angewendet wurde, die dem Hereinspielen von Erfahrungsmotiven zu wehren noch besser geeignet war.[42] Er verwendete als Objekt der Einstellung die scharfe vertikale Kante eines schwarzen Kartons, die, gegen einen lichten Hintergrund gestellt, das ganze Gesichtsfeld in eine weiße linke und eine schwarze rechte Hälfte teilte und leicht in ihrer Distanz vom Auge verschoben werden konnte. Wenn diese Verschiebung allmählich und mit solcher Geschwindigkeit vor sich ging, daß die Akkommodation folgen konnte, so war es schlechterdings unmöglich, auch nur annähernd durchschnittlich richtige Antworten zu erhalten; ja es kamen trotz größter subjektiver Sicherheit die gröbsten Täuschungen vor, indem z. B. die Versuchsperson in einem Falle allmählicher ausgiebiger Entfernung der Kante mit größter Zuversicht auf hochgradige Annäherung urteilte und schließlich äußerte, auf so geringe Distanz mit der Akkommodation nicht mehr nachkommen zu können.

Der Widerspruch der beiderseitigen Resultate ist von beiden Seiten ausführlich diskutiert worden, und wenn man auch zugeben muß, daß sich die Ver-

suchsanordnungen auch sonst noch durch nicht unwesentliche Momente unterscheiden, deren Einfluß auf das Ergebnis klarzustellen Sache kompliziertester Überlegung ist, daß ferner andererseits die mit der wirklichen Entfernung variierende scheinbare Fadendicke bei der geringen wirklichen Dicke des Fadens als weitaus unterschwellig für das Abschätzen der Entfernung nicht wohl wirksam gewesen sein kann, so wird man doch sagen müssen, daß die Versuche Hillebrands methodisch durchsichtig und klar genug sind, um für sich allein zu zeigen, daß die Akkommodation eine Quelle der Tiefenwahrnehmung im allgemeinen nicht ist, während das gegenteilige Ergebnis Wundts und Arrers vielleicht auf Einflüsse der Beleuchtung zurückzuführen, oder überhaupt noch weiterer Aufklärung bedürftig sein mag.

Übrigens ist es von Interesse, daß Hillebrand unter gewissen Umständen doch auch andere Resultate erhalten hat, die aber ihrerseits gerade wiederum geeignet sind, die eben ausgesprochene Folgerung zu stützen. Wurde nämlich die Entfernungsvariation nicht dadurch geboten, daß sich die Kartonkante langsam verschob, sondern dadurch, daß die Kante bestimmter Entfernung plötzlich durch eine zweite Kante in anderer Entfernung ersetzt wurde, so wurde die Distanzänderung, wenn sie eine gewisse, allerdings beträchtliche Größe überschritt, regelmäßig richtig erkannt. Diese Größe betrug selten weniger als eine Dioptrie, meist ein bis zwei Dioptrien, was, je nach der Ausgangsdistanz 40—370 cm, relativ ausgedrückt etwa 1/8 bis 1/2 der größeren der beiden Entfernungen ausmacht, also eine Unterschiedsempfindlichkeit, die weit hinter den Anforderungen der Praxis zurückbleibt. Nun ist aber nicht einmal diese Leistung als Tiefenempfindung durch Akkommodation aufzu-

fassen. Sie läßt sich nämlich am besten folgendermaßen verstehen. Beim Erscheinen der zweiten Kante entsteht infolge unkontrollierter, wohl meist subjektiver Momente irgendeine Vorstellung ihrer vermutlichen Distanz. Dieser Entfernungsvorstellung folgt ganz unwillkürlich die Akkommodation mit ihrer Einstellung. Oder man stellt die Akkommodation willkürlich und bewußt auf näher, ferner ein. Ist der Erfolg dabei ein Deutlicherwerden der zweiten Kante, so entnimmt man daraus, daß deren Distanz der vorgestellten oder intendierten nahe kommt; ist der Erfolg entgegengesetzt, so versucht man es mit einer Akkommodationsänderung nach der andern Richtung. Wenn also Tiefenänderungen dabei richtig erkannt werden, so beruht das nicht darauf, daß die Akkommodation eine Empfindung von ihrer Einstellung und damit des Tiefenabstandes ergäbe, sondern die Sache liegt vielmehr so, daß die Akkommodation nach einer vorgefaßten Distanzvorstellung dirigiert wird und sich auf Grund des Deutlichkeitserfolges im Vergleich zu dieser Distanz das Urteil über die Lage der zweiten Kante zur ersten bestimmt. Daß dies die richtige Interpretation des Befundes ist, geht weniger hervor aus den Messungen der Akkommodationszeiten, die, wie Hillebrand vorweist, bei vorher bekannter Entfernung des Objektes merklich kürzer sind als bei unbekannter; denn dieses vorgängig zu erwartende Verhalten der Akkommodationszeiten wäre gerade so leicht auch mit der Annahme zu vereinbaren, daß die Akkommodation tatsächlich Tiefenempfindungsgrundlage ist. Sie empfiehlt sich vielmehr hauptsächlich dadurch, daß sie den einfachsten Weg abgibt, die einander scheinbar widersprechenden Befunde bei sprunghafter und bei allmählicher Tiefenänderung unter einen Hut zu bringen. —

Die Akkommodation vermittelt sonach höchst wahrscheinlich keine eigentliche Tiefenempfindung. Wegen des Zusammengehens der Akkommodation mit der Konvergenz können wir nun aber auch ohne weiteres sagen, daß die besprochenen Versuche dasselbe für die Konvergenz ergeben.

Die vorgeschlagene Auffassung der Sachlage erhält noch eine Stütze durch den Ausfall von Versuchen, die über die gleiche Frage, aber mit ganz anderen Mitteln von Bourdon angestellt worden sind.[43] Er operierte tatsächlich geradezu in der Art, wie wir uns bisher stets die Methode zum reinen Herauslösen der Raumempfindung und zu möglichstem Fernhalten von allen Erfahrungsmomenten und Verarbeitungen vorgestellt haben, nämlich mit isolierten schwach leuchtenden Punkten im Dunkelraume. Die Methode ist der Fragestellung unmittelbarer angepaßt als die Hillebrands oder Wundts, dagegen, wenn korrekt, praktisch schwieriger zu handhaben. Es hat sich nämlich, was ja auch an sich von Interesse ist, dabei gezeigt, welch minimal minutiöse Momente an den Objekten bereits genügen, um das Urteil über die Distanzverhältnisse infolge Gewohnheit und Erfahrung ganz unbewußt und unwillkürlich zu beeinflussen. Als solche Momente kommen nicht etwa nur Größe, Helligkeit, Farbe, Randschärfe etc. in Betracht; auch die Höhenlage und die Reihenfolge der Lichtpunkte sind von Einfluß auf das Urteil, indem eine starke Neigung besteht, den wenn auch nur um weniges tiefer gelegenen sowie den in der Reihenfolge an zweiter Stelle erscheinenden der beiden Lichtpunkte für den näheren zu halten. Übrigens ergab sich eine auffallend große Zahl zweifelhafter Fälle. Von einer Fähigkeit hingegen, die absolute Tiefenlage, d. h. die Entfernung des Lichtpunktes vom eigenen Körper,

oder auch nur die relative Tiefenlage zweier Punkte zueinander, wenn auch etwa mit konstanten Fehlern, so doch irgendwie bestimmt, unmittelbar aufzufassen, trat nicht eine Spur zutage.

Dieses Ergebnis ist nun aber ebensogut wie für Akkommodation und Konvergenz, zugleich auch schon für die Knotenpunktsparallaxe von Bedeutung, von der es gleichfalls beweist, daß sie zum mindesten als Mittel für eine monokulare Tiefenempfindung bei unbewegtem Auge nichts zu leisten vermag. Und zwar gilt das nicht nur für die — strenge genommen übrigens nicht einmal mehr hierhergehörige — Annahme, daß die Tiefendifferenz nur mittelbar an der Verschiebung der Netzhautbilder, richtiger der Sehdinge im Sehfelde gegeneinander erkannt würde; welche Annahme überdies schon dadurch zu Falle gebracht werden müßte, daß die Bildverschiebung in der Regel weit unterhalb der Leistungsfähigkeitsgrenze der Sehschärfe bleibt; sondern auch für die andere Annahme, nach welcher der Parallaxenerfolg gleichsam als Reiz unmittelbar eine direkte Tiefenempfindung auslösen sollte; die Versuchsergebnisse lehren, daß eine Tiefenempfindung in diesem Sinne eben nicht vorhanden ist.

Schließlich scheinen die Bourdonschen Versuche auch der Lehre Kirschmanns über die Bedeutung der Parallaxe des indirekten Sehens nicht günstig zu sein. Soweit sich die Sache überblicken läßt, sind in diesen Versuchen, wenn auch nicht gerade ausdrücklich auf diese Theorie gemünzt, in der Hauptsache doch alle Bedingungen verwirklicht, unter denen die Parallaxe des indirekten Sehens im Sinne Kirschmanns zur Geltung kommen müßte, oder sie konnten wenigstens oft genug verwirklicht sein. Trotzdem keine Spur einer Tiefenwahrnehmung. Und wenn

endlich auch die Versuche Robert Müllers[44], der mit fallenden Kugeln operierte, zwar eine Art von Raumwahrnehmung ergeben haben, die aber zugestandenermaßen nicht auf die Parallaxe des indirekten Sehens bezogen werden kann, so ist es für die Verifikation der Theorie gewiß zu wenig, wenn Kirschmann darauf hinweist[45], daß wir einen großen Teil unserer wichtigsten und feinsten Arbeiten in einem Ausschnitte des unteren Gesichtsfeldes zu verrichten haben, der dem binokularen Sehen entzogen ist, trotzdem aber eine sehr befriedigende Tiefenlokalisation besitzt; denn die Parallaxe des indirekten Sehens wäre ja auf jeden Fall nicht das einzige Mittel, das das zu leisten vermöchte. Ein Gleiches dürfte auch von den Erscheinungen des monokularen Glanzes gelten, die ebenfalls als Beweis für die Existenz einer monokularen Tiefenwahrnehmung herangezogen wurden.[46] So wird man nach dem heutigen Stande des Problems, um nicht unvorsichtig zu sein, zwar nicht mit apodiktischer Sicherheit sagen wollen, daß der Parallaxe des indirekten Sehens jede Bedeutung für die monokulare Tiefenwahrnehmung, gar im Sinne einer Tiefenempfindung, vollständig abgehe, man wird dies aber wenigstens im Sinne allergrößter Wahrscheinlichkeit als vorläufiges Ergebnis zu vermerken haben.

3. Fassen wir nun zusammen, so finden wir, daß von allen den Momenten, die vorgängig schienen, als Mittel der monokularen Tiefenwahrnehmung fungieren zu können, in Wahrheit keines als solches dient.

Man hat daraus, wie bereits erwähnt, vielfach kurz und bündig den Schluß gezogen, daß es bei Ausschluß aller Erfahrungs- etc. -motive eine monokulare Tiefenwahrnehmung mit unbewegtem Auge nicht gibt.

Die Konklusio ist zuzugeben, wenn man ganz strikte bei ihrem eigentlichen Sinne bleibt und unter Tiefenwahrnehmung eine Auffassung der bestimmten Tiefenlagen der Gegenstände versteht. Meist aber wird sie unvermerkt dahin erweitert, daß der monokularen Raumempfindung des unbewegten Auges — sofern man eine solche überhaupt annimmt — jedes Tiefenmerkmal als solches mangeln soll. Das ist nun eine Behauptung, die in den vorgelegten Prämissen nicht enthalten ist. Denn so sehr alle die eben besprochenen experimentellen Befunde bezeugen, daß es mit den Mitteln des monokularen Sehens bei unbewegtem Auge nicht möglich ist, die Tiefenlage des gesehenen Objektes, sei es die absolute (auf den Ort unseres Körpers bezogene), sei es die relative (zum Ort eines anderen Objektes in Beziehung gesetzte) zu erkennen und in irgendeinem Längenmaße abzuschätzen, so deutlich sprechen sie andererseits doch alle wiederum dafür, daß die Empfindung (genauer der Empfindungsgegenstand) Tiefe hat. Bei keinem der verschiedenen Versuche hat die Frage, in welchem Tiefenabstand das Objekt erscheint, den Eindruck des mit der Beschaffenheit des Empfindungsgegenstandes Unvereinbaren oder gar des Sinnlosen gemacht, was doch erwartet werden müßte, wenn diesem überhaupt jegliche Tiefe abginge. Niemals, auch nicht in den extremsten Fällen des Versagens, erfolgt die Antwort „Abstand Null" oder „keine Tiefe", so wie es dem Falle entspräche, wenn das sensorische Organ ganz außerstande wäre, dem Empfindungsinhalte Tiefenqualität zu verleihen; im Analogon etwa zum total Farbenblinden, der, nach den (bunten) Farben, die er sieht, befragt, richtigerweise sagen müßte: keine. Die Sachlage ist vielmehr die, daß jedesmal der volle, anschauliche Eindruck der Tiefe

ganz unverkennbar deutlich gegeben ist; nur daß eine bestimmte Tiefe dem gesehenen Objekte zuzusprechen, im Inhalte der Empfindung keine Daten geboten sind. Die gesehene Tiefe — wir wollen sie analog zu Sehraum, Sehding etc. „Sehtiefe" nennen — unterscheidet sich in dieser Beziehung, zum mindesten so lange es sich nur um das monokulare Sehen mit unbewegtem Auge handelt, wesentlich von der Sehhöhe und Sehbreite. Während diese bereits ursprünglich vielfältig sind, so zwar, daß sie viele Einzelbestimmtheiten nach Höhe und Breite in sich enthalten, ist die Sehtiefe an sich und ursprünglich eine einfache Qualität ohne quantitative Abstufungen. Sie besitzt, im Gegensatz zu jenen, ursprünglich keine Variabilität, sie ist eine unteil- und uneinteilbare Qualität. Wollte man den Sachverhalt paradox ausdrücken, so könnte man sagen, die Sehbreite und die Sehhöhe sind nach Breite und Höhe ausgedehnt, die Sehtiefe ist nach der Tiefe nicht ausgedehnt. Nochmals sei hinzugefügt, daß das nur für die Sehtiefe der unmittelbaren Empfindung des monokularen Sehens mit unbewegtem Auge gelten soll. Die Paradoxie erscheint nur dann als Widersinn, wenn man den Begriff der Tiefe des vollständig ausgebauten Sehens oder gar den der Tiefe des wirklichen Raumes in sie hineinträgt. In der vollen Raumanschauung des freien binokularen Sehens sowohl wie im wirklichen Raume kann es eine Tiefe ohne Ausdehnung nach der Tiefendimension natürlich nicht geben; denn da ist die Tiefe zu einer der Höhe und Breite ganz gleichartigen Dimension geworden. Für die ursprüngliche Empfindung des monokularen Sehens mit unbewegtem Auge gilt dies jedoch nicht, und es muß ja auch jedem Unbefangenen auffallen, daß in diesem Stadium eine deutliche Artverschiedenheit be-

steht zwischen der Höhe und Breite einerseits, und dem, was wir die Tiefe nennen können, andererseits. Diese Verschiedenheit besteht eben darin, daß die Sehbreite und die Sehhöhe Dimensionen im strengen Sinne des Wortes sind und eine Variabilität, eine quantitative Mannigfaltigkeit nach diesen Dimensionen enthalten, während das gleiche von der Sehtiefe, als von einer unteilbaren Qualität, nicht gilt. Daher kommt es auch, daß jedes Sehding eine bestimmte Lokalisation nach Höhe und Breite hat und haben muß, nicht aber nach der Tiefe. Denn (anschaulich) lokalisiert sein heißt, ein anschauliches, konkretes Raummerkmal an sich tragen; an solchen gibt es aber, der Höhe und Breite nach, nur einzelne, individuell bestimmte, während es der Tiefe nach — immer nur bezogen auf das monokulare Sehen des unbewegten Auges — dagegen wiederum keine einzelnen, voneinander verschiedenen, individuellen Bestimmungen gibt, sondern nur die eine, eigentümliche variabilitätsfreie Qualität.

Es ist sonach in gewissem Sinne richtig, in anderem Sinne mindestens ungenau, wenn man sagt, daß die Gegenstände im monokularen Sehen mit unbewegtem Auge (solange nur die reine Empfindung zur Verfügung steht) der Tiefe nach unbestimmt lokalisiert sind. Richtig ist es, wenn in dieser Äußerung von den wirklichen Gegenständen die Rede sein soll und damit gemeint ist, daß es auf Grund der Daten dieser Art des Sehens nicht möglich ist, die wirkliche Tiefenlage (Entfernung) der Gegenstände zu erkennen; oder auch, daß die wirkliche Tiefenlage der Dinge dabei in den Sehdingen nicht zum Ausdruck komme. Ungenau ist es, wenn diese Äußerung auf die Sehdinge, also auf die immanenten Gegenstände und auf die Sehtiefe bezogen wird; denn der Seh-

tiefe gegenüber hat es hier gar keinen Sinn, von bestimmter oder unbestimmter Lokalisation, soll heißen von bestimmtem oder unbestimmtem Sehtiefenmerkmal zu sprechen, weil es verschiedene Sehtiefenmerkmale, verschiedene Grade oder Größen der Sehtiefe hier überhaupt nicht gibt. Alle Sehdinge haben die eine, gleiche, nur qualitativ charakteristisch beschaffene, quantitativ aber weder konstant noch variabel bestimmte Eigenschaft der Sehtiefe. Von unbestimmter Tiefe zu sprechen setzt aber voraus, daß es eine Mehrheit verschiedener Tiefen gibt, und das ist, wenn es sich um Sehtiefe handelt, hier überhaupt noch nicht der Fall.

Damit ist der wahre Sinn der sogenannten „unbestimmten Tiefenlokalisation" gekennzeichnet. Es hat dieser Ausdruck, wie wir gesehen haben, einer fundamentalen Eigentümlichkeit des Sehens, zunächst des monokularen Sehens, wie sie sich in den Sehdingen desselben und deren Räumlichkeit kundgibt, Rechnung zu tragen. Freilich ist er mißverständlich. Aber man darf, um den mißverständlichen Ausdruck zu verbessern, nicht die empirische Tatsache aus dem Auge verlieren oder leugnen, auf deren unbewußten Antrieb er entstanden ist.

Das geschieht aber, wenn man den Ausdruck „unbestimmt" in dieser Verbindung ein für alle Male durch den Ausdruck „variabel bei konstanten äußeren Bedingungen" zu ersetzen vorschlägt.[47] Der Vorschlag geht aus von der Überlegung, daß es ein offenbarer Nonsens sei, zu sagen, ein Sehobjekt habe eine Tiefenlage, aber keine bestimmte.[48] Was man in Wahrheit meine, wenn man von einer unbestimmten Lokalisation spricht, sei, „daß die gesamten äußeren Bedingungen nicht hinreichen, um dem Sehobjekt ein bestimmtes Ortsdatum nach der dritten Dimension

zu verschaffen, entweder überhaupt oder innerhalb gegebener Grenzen".[49] „Wo aber die äußeren Bedingungen zu einer bestimmten Tiefenlokalisation nicht hinreichen, dort ist den verschiedensten inneren Bedingungen vollkommen freier Spielraum gelassen. Die Tiefenvorstellung kann dann von einem Momente zum anderen wechseln; in jedem einzelnen Momente ist sie wohl eine bestimmte, sie ist aber keine konstante, wie dies dort der Fall ist, wo sie durch die Gesamtheit der Reizverhältnisse (äußere Bedingungen) ein für allemal gegeben ist und daher nicht wechseln kann, solange die äußeren Bedingungen dieselben bleiben."[50] . . . „Was man gewöhnlich unbestimmte Lokalisation nennt, ist tatsächlich nichts anderes als eine Lokalisation, welche durch keine Besonderheit des äußeren Reizes bestimmt ist. Sie ist bloß von zentralen Bedingungen abhängig und kann daher bei konstanten äußeren Bedingungen variabel sein, sobald nur jene zentralen Bedingungen variabel sind."[51]

Was an dieser Auffassung der Sachlage unbedingt als richtig und wichtig anzuerkennen ist, das ist der Hinweis darauf, daß die Vorstellung der Tiefenlage (der Tiefenentfernung) eines Sehdinges bestimmenden Einflüssen zentraler Bedingungen zugänglich ist, und zwar dies um so mehr, je weniger die äußeren Verhältnisse des Reizes (und wohl auch die peripheren des Organes) zur Tiefenbestimmtheit beitragen. Auch das scheint in den zitierten Darlegungen bereits mit zugegeben, daß unter keinen irgend anderen Umständen die äußeren und peripheren Momente zu einer bestimmten Tiefenlokalisation weniger beitragen als beim monokularen Sehen, zumal beim monokularen Sehen mit unbewegtem Auge und Ausschluß aller Erfahrungsdaten; ja nach den referierten Versuchsergebnissen wird man wohl hinzufügen dürfen, daß

sie in diesem Falle eben gar nichts liefern. Das ist dann die Sachlage, in der die zentralen Bedingungen ausschließlich und ungehindert zur Geltung kommen. Die zentralen Bedingungen selbst nun aktualisieren sich in zentral, also reproduktiv erregten anschaulichen Vorstellungen von bestimmten Tiefenlagen, die sich dann den peripher ausgelösten (Wahrnehmungs-) Vorstellungsbruchstücken entsprechend einfügen. Angeregt werden können sie sowohl rein assoziativ von irgendwelchen in- oder außerhalb des Wahrnehmungskomplexes gelegenen Vorstellungsmomenten aus, ganz unwillkürlich und ohne daß das Subjekt das leiseste Wissen davon hat, welche Momente es sind; ein Fall der sogenannten unbewußten Schlüsse, wie sie in der Theorie der Gesichtsraumwahrnehmung, besonders durch Helmholtz eine so bedeutende Rolle gespielt haben. Die Momente der Lichtstärke, Randschärfe, des Niveauunterschiedes, der zeitlichen Aufeinanderfolge, die, wie erwähnt, in den Versuchen Bourdons so deutlich zur Geltung gekommen sind, können hier als Beispiele angeführt werden. Es kann aber auch der Wille einen größeren oder geringeren Einfluß auf die Auslösung, die Richtung und den Verlauf dieser assoziativen Prozesse nehmen, ja schließlich sogar ohne maßgebenden assoziativen Anstoß gleichsam aus Eigenem die zur Ergänzung dienlichen reproduktiven Vorstellungselemente zur Auslösung bringen. In jedem Falle aber werden sich derartige zentrale Ergänzungen um so zahlreicher, leichter, spontaner, automatischer einstellen, je mehr die äußeren und peripheren Bedingungen an auslösenden Anregungen bieten; daher das Fernhalten der „Erfahrungsmomente", wenn es einem darum zu tun ist, die „Raumempfindung" möglichst rein zu erhalten. Und je spärlicher andererseits die Anregungen dieser Art von den objektiven

Bedingungen geboten werden, um so ausdrücklicher muß die Aktivität, die Willenstätigkeit des Subjektes eingreifen, wenn es zur Vorstellung einer bestimmten Tiefe kommen soll. Welche Bedeutung in solchen Fällen der Mitwirkung des Willens zukommt, erkennt man am deutlichsten daraus, daß sich die Tiefenlage, in der der Gegenstand dabei erscheint, in höchstem Grade freier Willkür zugänglich erweist. Wenn nur alle äußeren Lokalisationsmomente genügend ausgeschaltet sind, kann man sich mit Leichtigkeit anschaulich einbilden, daß der leuchtende Punkt z. B. etwa in zwei, in zehn oder in vierzig Metern Entfernung im dunkeln Raume schwebt, und das Nachbild der untergehenden Sonne kann man nach Belieben entweder als farbigen Fleck auf einer entfernten Wand sehen oder als farbige Trübung in dem Glase, das man wenige Zentimeter vor das Auge hält.[52]

Aus diesen Überlegungen, an deren Richtigkeit es kaum etwas zu bezweifeln geben wird, geht hervor, daß es ein Stadium im Ablauf des Prozesses zur fertigen Raumauffassung gibt, in welchem die im Entstehen begriffene Wahrnehmungsvorstellung noch kein bestimmtes Tiefenmerkmal besitzt. Allerdings geht nicht daraus hervor, daß dieses Stadium als solches auch bereits ins Bewußtsein tritt, noch daß es auch nur im Vorbewußten isoliert und zeitlich abgegrenzt bestünde. Das aber ist sicher, daß von der Peripherie her ein Prozeß zur Anregung gelangt, der einer Raumempfindung entspricht, die, wenn er für sich allein im Bewußtsein zur Geltung käme, eines bestimmten Tiefenmerkmales, vielleicht der Tiefenqualität überhaupt bar wäre, und die nur deshalb nicht in diesem Zustande bewußt wird, weil dem peripher angeregten Prozesse ein zentral ent-

springender entgegenkommt, dessen Bewußtseinskorrelat eben in der (reproduzierten) Vorstellung einer bestimmten Tiefe besteht.

Nun wäre es gewiß schon von vornherein unwahrscheinlich und schwer verständlich, daß unter allen Umständen immer und jedesmal, wenn der periphere Prozeß einlangt, auch ein entsprechender zentraler sich mit ihm verbinden sollte. Es besteht kein genügender Anlaß, eine solche durchgängige Zwangskorrespondenz anzunehmen. Dies um so weniger, als wir wissen, daß das Einsetzen des zentralen Prozesses durchaus nicht ausschließlich Sache automatischer Spontaneität ist, sondern, wenn die äußeren Momente nicht kräftig genug wirken, der Aktivität, des Willensimpulses bedarf. Freilich muß z. B. in einer Serie von einschlägigen Versuchen nicht etwa jedem Einzelfalle ein eigener, ausdrücklich ins Bewußtsein tretender Willensakt vorangehen; es genügt da wie in hundert anderen analogen Fällen, wenn die entsprechende Einstellung zu Beginn der Serie zustande kommt, aber auch da ist sie ja mit allen ihren Folgen ein Produkt der Aktivität, der Willenstätigkeit. So liegt der Sachverhalt unter anderem auch in den besprochenen experimentellen Untersuchungen über die monokulare Tiefenlokalisation. Wird der Versuchsperson die Aufgabe gestellt, zu entscheiden, welches der beiden Objekte näher, welches ferner ist, so setzt sie schon anfangs alle Tiefenvorstellungsdispositionen in Bereitschaft und kommt in eine Verfassung, in der sie auf die äußerste Ausnützung aller mit reproduzierbaren Tiefenvorstellungen in irgendwelchem Zusammenhang stehenden Merkmale des gebotenen Eindruckes aus ist, also in einen Zustand vollster Aktivität, der seinem Wesen nach nicht verschieden ist von dem

einmaligen ausdrücklichen Willensantrieb in einem isolierten Falle.

Dieser Willensantrieb ist, wie gesagt, in gewissen Fällen geradezu unerläßlich zum Zustandekommen der Vorstellung einer bestimmten Tiefe. Als Willensantrieb ist er aber in seinem Eintreten nicht fest gebunden an bestimmte vorgegebene äußere Merkmale. Er tritt ein, oder er tritt nicht ein je nach der augenblicklichen Interessenrichtung, Bewußtseinslage und Einstellung des Subjektes. Und so müßten ganz besondere, dermalen noch verborgene Gesetzmäßigkeiten oder Einflüsse obwalten, wenn dieser Willensimpuls nicht ab und zu ausbleiben sollte.

In solchen Fällen bliebe dann aber auch notwendig die Vorstellung der Tiefenbestimmtheit aus und die Raumwahrnehmungsvorstellung, die dabei resultierte, müßte die Beschaffenheit aufweisen, die die äußeren und peripheren Bedingungen allein auslösen. Sie müßte eines bestimmten Tiefenmerkmales, oder gar der Tiefenqualität überhaupt, entbehren.

Nach alledem wird man wohl zureichenden Grund haben, das zeitweilige Auftreten von Raumwahrnehmungsvorstellungen dieser Art — Raumempfindungen im eigentlichen Sinne (sofern es deren überhaupt gibt), da sie frei sind von allen assoziativen, reproduktiven Zutaten — mit höchster Wahrscheinlichkeit zu erwarten. Vor allem wird man sie dort erwarten können, wo die äußeren Anregungen zur reproduktiven Auslösung einer bestimmten Tiefenvorstellung auf ein Minimum, vielleicht gar auf Null beschränkt sind. Das gilt z. B. für die besprochenen Versuche Hillebrands und Bourdons, obwohl sie, nachdem in ihnen ausdrücklich Tiefenvergleichungen verlangt sind, die Versuchsperson sich also bereits im

Zustande der oben erwähnten Einstellung befindet, noch keineswegs das Optimum für das Zustandekommen rein objektiv und peripher bedingter Wahrnehmungsvorstellungen darstellen. Gleichwohl könnten die ungemein zahlreichen Unentschiedenheitsfälle, die, besonders in den Versuchen Bourdons, zu Protokoll gegeben worden sind — unter Umständen von 50% bis 90%[53] — dahin gedeutet werden, daß es auch hier schon zur Vorstellung einer bestimmten Tiefe oft nicht kommt.

Vollends wo auch noch die Aufgabe und damit der innere Antrieb zur reproduktiven Einfügung einer bestimmten Tiefenvorstellung fehlt, das peripher Gebotene also gleichsam ganz sich selbst überlassen bleibt, da muß erst das eigentliche Feld der tiefenbestimmtheitslosen Raumempfindung sich eröffnen. Und in der Tat, die Erfahrung scheint das durchaus zu bestätigen und zu ergänzen. Zu ergänzen insofern, als wir es in den eben durchgeführten Überlegungen noch offen gelassen haben, ob beim Ausfall aller (assoziativen) zentral entspringenden, reproduktiven Zutaten der resultierende Rest bloß des Merkmales bestimmter Tiefe oder überhaupt jeder Tiefenqualität ermangelt und die Erfahrungen, von denen wir wohl mit Recht annehmen können, daß wir in ihnen diesen Rest vor uns haben, durchaus geeignet sind, diese Disjunktion zu entscheiden. Es liegt nur noch die eine Schwierigkeit im Wege: Eben dadurch, daß man mit der Frage, ob die unter den geschilderten Umständen zustande kommende Raumwahrnehmungsvorstellung Tiefenqualität in irgendeinem Sinne, also auch etwa die einer bestimmten Tiefe, enthält, an die Erfahrung, an den einzelnen Fall, um ihn darauf hin anzusehen, herantritt, eben dadurch wird der innere Zustand des Subjektes bereits in der Richtung

beeinflußt, daß die Tiefenvorstellungsdispositionen in Bereitschaft geraten, populär ausgedrückt, daß das Subjekt dem Falle nicht mehr unbefangen gegenübertritt. Indes die Schwierigkeit ist bei etwas gutem Willen, einiger Geduld und Übung zu überwinden, die Unbefangenheit zu wahren, das Spiel der subjektiven Zutaten ganz außer Tätigkeit zu setzen; und was die aktuelle Beobachtung etwa versagt, das mag die Rückschau auf außerexperimentelle, somit ganz unbefangen erlebte Fälle ergänzen.

In diesem Sinne vergegenwärtige man sich den isolierten Lichtpunkt im Dunkelraume und versetze sich in der Phantasie ganz in den Zustand rein passiven Aufnehmens: Es ist wohl nicht zu verkennen, daß die Gesamtempfindung Tiefenqualität hat, daß auch der Lichtpunkt „in Tiefe" erscheint, nicht aber in einer bestimmten. Oder man vergegenwärtige sich den räumlichen Eindruck, den man erhält, wenn man die nur durch die Lider verschlossenen Augen hinauf gegen den hellen Himmel wendet: Das den ganzen Raum scheinbar ausfüllende, konturlose rosige Licht erscheint ganz zweifellos „mit Tiefe", aber nicht, etwa als Wand, in einer bestimmten Tiefe; und durchaus anders als die Höhen- und Breitenausdehnung, enthält es, wenn man sie nicht etwa erst absichtlich in sie hineinträgt, nicht ursprünglich der Tiefe nach verschiedene Punkte. Noch überzeugender aber gibt den analogen Eindruck der schwarze Raum der völlig lichtverschlossenen Augen. Er ist kein Sehfeld, weil keine Fläche, auch nicht eine Fläche in bestimmter, nicht einmal unbestimmter Entfernung.[54] Er enthält auch keine der Tiefe nach verschiedenen, einzeln bestimmten Punkte, die alle nur eben gleich behandelt, gleich unmarkiert und undifferenziert wären. Er enthält ursprünglich überhaupt keine Verschiedenheiten

nach der Tiefe, denn seine Tiefe ist nicht, wie Höhe und Breite, in Dimension geordnete Abstufung einer Qualität, sondern nur einheitliche Qualität. Es ist der Eindruck von Tiefe, jedoch von unbestimmter Tiefe.

Warum diese Auffassung, wie Hillebrand meint, ein Nonsens sein sollte, ist nicht einzusehen. Er will damit wahrscheinlich sagen, daß sie etwas a priori Unmögliches statuiere. Ob aber eine bestimmte einfache Empfindungsqualität möglich ist, oder ob nicht, darüber gibt es kein a priori; da entscheidet nur die Erfahrung, sind nur die Tatsachen maßgebend. Die Sachlage darf nicht etwa in Analogie gebracht werden zur Forderung, Farbe zu empfinden, die keine bestimmte Farbe, oder Ton zu empfinden, der kein bestimmter Ton wäre. Das wäre wirklich ein Nonsens, weil innerlich Unmögliches fordernd. Farbe, aber keine bestimmte, ebenso Ton, und kein bestimmter, sind lediglich Abstrakta, also unanschaulich und können als solche niemals Gegenstand einer Empfindung sein, weder immanenter noch transzendenter. Die Tiefe dagegen, um die es sich hier handelt, ist keineswegs ein Abstraktum, gewonnen aus der verallgemeinernden Zusammenfassung aller besonderen bestimmten Tiefen; sie ist nichts Abstraktes, sondern eine ganz und gar anschauliche, konkrete Qualität, nur eben von einer Beschaffenheit, die in weiterer Verarbeitung die Einfügung von Distanzbestimmungen gestattet. Auch bei Höhe und Breite gilt, daß es unmöglich ist, Unbestimmtes zu empfinden oder anschaulich vorzustellen; bei ihnen liegen die gegeneinander abgestuften Einzelbestimmungen ursprünglich vor, wie im Farben- oder Tongebiet. Bei der Tiefe ist, die Sachlage gerade umgekehrt, ursprünglich ein konkreter, anschaulicher Inhalt gegeben, der erst in weiterer Komplikation verschiedene, an ihm

teilhabende Bestimmungen zuläßt; mit Wahrung aller sonstigen Andersartigkeit analog zu einer späteren Stufe der Anschauung in den ersten zwei Dimensionen, deren Ausdehnung ja auch ursprünglich zwar anschaulich, aber undifferenziert gegeben ist und erst in weiterer Komplikation Gestaltbestimmtheiten erhält. Unbestimmte Tiefe ist ein durch eine eigenartige Qualität des Empfindungsinhaltes empirisch gegebener immanenter Empfindungsgegenstand. Es ist daher kein spekulativer Nonsens, sondern einfach eine Forderung der Empirie, ihn anzuerkennen. Man darf sie nur nicht verwechseln mit der Dimension der Tiefe, die sich auf dem Boden dieser ursprünglichen Qualität entwickelt, und es wäre deshalb zweckmäßig, die — allerdings in der Natur der Sache begründete — Äquivokation zu vermeiden und für beide Arten oder Fälle der Tiefe verschiedene Termini zu gebrauchen.[55] Noch weniger aber darf man diese unbestimmte Tiefe (als Sehtiefe, d. h. immanenten Gegenstand) mit der Tiefe des wirklichen Raumes auf eine Linie stellen. Im wirklichen Raum gibt es freilich keine unbestimmte Tiefe; auf diesen angewendet wäre es allerdings ein Nonsens, von unbestimmter Tiefe zu sprechen, und es mag sein, daß unvermerkt der Gedanke an diese tatsächliche Unmöglichkeit mitspielt, wenn unbestimmte Tiefe überhaupt, also auch im Sinne unbestimmter Sehtiefe, rundweg entschiedene Ablehnung erfährt.

Die gleichen Überlegungen dürften übrigens auch Stumpf vorzuhalten sein. Dieser Forscher lehnt ebenfalls den Gedanken unbestimmter Tiefe ab, zwar weniger ausdrücklich ausgesprochen, dafür aber unter Beibringung von Gedanken, die die Ablehnung einleuchtend machen sollen. Er sagt, wenn zwei Dimensionen vorgestellt werden, muß die dritte notwendig

mitvorgestellt werden.[56] Das stünde allerdings für sich allein noch nicht in unbedingtem Gegensatz zur Anerkennung unbestimmter Tiefe; es müßte nur eine etwas vorsichtigere Fassung bekommen. Stumpf denkt aber unter der notwendig mitvorgestellten dritten Dimension, wie sich aus dem weiteren Verlauf seiner Entwicklungen ergibt, doch nur bestimmte Tiefe und kann somit die angebliche Evidenz seiner Behauptung nur der Betrachtung des wirklichen Raumes entnehmen. Unsere Frage läßt sich jedoch nur aus der Empirie über die Eigenschaften des allfälligen Sehraumes, des immanenten Empfindungsgegenstandes beantworten, für welche jene Evidenz keine Geltung beanspruchen kann. —

Wir können also dabei bleiben, daß es eine so zu nennende unbestimmte Tiefe, allerdings nur als immanenten Gegenstand, gibt, nämlich in der Sehtiefe, zunächst des monokularen Sehens mit unbewegtem Auge. Die Frage nach der allfälligen Tiefenempfindung des monokularen Sehens mit unbewegtem Auge ist demnach folgendermaßen zu beantworten. Die Raumempfindung des monokularen Sehens mit unbewegtem Auge hat in ihrem Inhalte ein eigentümliches qualitatives Merkmal, demzufolge ihrem immanenten Gegenstande tatsächlich Tiefe, allerdings nur jene gewisse unbestimmte Tiefe, zukommt. Kommt es dabei unter entsprechenden Umständen dennoch zu einer Wahrnehmungsvorstellung mit bestimmter Tiefe, so liegt das an ergänzend hinzutretenden reproduktiven Vorstellungselementen und ist deshalb nicht der Empfindung zuzuschreiben.

Wir sehen, daß der Begriff der „Sehsphäre", wie wir ihn uns definiert haben (S. 30) dem immanenten Gegenstande der Empfindung dieser Art des räumlichen Sehens gerade angepaßt ist.

b) Das binokulare Sehen mit unbewegten Augen.

α) Gegenüber dem zweidimensionalen Gesichtsfelde.

Es waren lediglich methodisch-theoretische Gründe, die uns zunächst das monokulare Sehen untersuchen ließen. Der Apparat des normalen Sehens ist aber nicht das Einzelauge, sondern das Doppelauge, und wenn sich auch sehr bald zeigen wird, daß unsere bisherige dem monokularen Sehen zugewendete Aufmerksamkeit keineswegs überflüssig war, so ist das Hauptinteresse doch erst auf das binokulare Sehen gerichtet. Denn das Doppelauge stellt nicht etwa nur eine bloße Verdoppelung des Einzelauges, das binokulare Sehen nicht etwa nur eine Wiederholung oder Verstärkung des monokularen Sehens dar, sondern sie machen etwas spezifisch Eigenartiges, Neues aus.

Die Fragestellung ist im allgemeinen auch hier wiederum dieselbe wie bisher: Wie sind Reiz und Empfindung im einzelnen einander zugeordnet, mit anderen Worten, welche Sehraumelemente entsprechen bestimmten vorgegebenen Elementen des wirklichen Raumes? Und auch hier werden wir uns, um alle Komplikationen fernzuhalten, und dem allfälligen Tatbestand der reinen, unmittelbaren Empfindung möglichst nahe zu kommen, zunächst auf das unbewegte Doppelauge beschränken und aus dem Gegenstande alles das ausschalten, was irgend zentrale Momente, „Erfahrung" etc. in Bewegung zu setzen vermöchte. Die Versuchsanordnung ist daher im wesentlichen dieselbe wie bisher und ist dadurch charakterisiert, daß der Raumreiz entweder durch einen mäßig hellen Punkt oder (je nach den jeweiligen Bedürfnissen) Strich im sonst völlig verdunkelten Raume, oder durch eine bedeutungslose Marke im leeren hellen Gesichtsfelde hergestellt wird.

Es entspringt jedoch der Natur der Sache, daß die eben aufgestellte Frage die Probleme, die sich an das binokulare Sehen knüpfen, nicht erschöpft. Das Doppelauge, wenn es auch als einheitliches Organ wirkt, ist doch bereits aus zwei relativ selbständigen Einheiten zusammengesetzt, und es ist daher, will man einigen Einblick in seinen Mechanismus gewinnen, unerläßlich, sich darüber Rechenschaft zu geben, wie die isoliert gedachten Leistungen der beiden Einzelaugen, die wir im Abschnitt über das monokulare Sehen registriert haben, in die des Doppelauges eingehen. Es reiht sich also an die erste Hauptfrage nunmehr eine zweite an, die das Verhältnis der Daten des Einzelauges zu denen des Doppelauges zum Gegenstande hat.

1. Bevor wir nun aber in die systematische Behandlung dieser beiden Fragen eintreten, können wir noch ohne alle besondere Veranstaltung zwei wichtige allgemeine Tatsachen verzeichnen.

Die eine betrifft die Tiefendimension. Für das monokulare Sehen hatten wir schließlich erkannt, daß es zwar stets eine gewisse Tiefenqualität vermittelt, niemals jedoch Empfindungen bestimmter Tiefe. Wir brauchten also in der Untersuchung der Zugehörigkeit von Reiz und Empfindung dort auf die Tiefenlage des Raumreizes keine besondere Rücksicht zu nehmen. Anders beim binokularen Sehen. Schon der oberflächlichsten Empirie ist es sicher, daß die binokulare Raumwahrnehmung bestimmte Tiefenlokalisation hat, und wenn sie auch nicht durchwegs eine richtige ist — davon wird noch später die Rede sein — so zeigt doch der Versuch mit Ring und Stab (S. 81), indem er binokular mit aller nur wünschenswerten Sicherheit gelingt, daß sie es wenig-

stens innerhalb gewisser Grenzen ist. Daraus folgt, daß in der Untersuchung der Einzelzuordnung zwischen Reiz und Empfindung des binokularen Sehens die Tiefenlage des Raumreizes keineswegs gleichgültig ist, sondern in der Empfindung zum Ausdruck kommt. Will man daher die Zuordnung zunächst für die Breiten- und Höhenwerte allein bestimmen, so ist es nötig, um Störungen durch den Einfluß der Tiefenlage des Raumreizes fernzuhalten, diese Tiefenlage zunächst durchaus konstant zu halten. Man wird also für diese Teilfrage die Raumreize auf einem ebenen Gesichtsfelde zu verteilen haben, und zwar erweist es sich als vorteilhaft, zunächt ein ungefähr frontal-paralleles Gesichtsfeld in sehr großer, sogenannt unendlicher Entfernung zu wählen. In zweiter Linie wird es dann freilich notwendig, die gleiche Teilfrage auch für verschiedene andere Tiefenlagen des Gesichtsfeldes zu behandeln.

Das zweite, was wir noch vor aller Spezialuntersuchung konstatieren können, ist folgendes. Wir hatten seinerzeit, bei der Behandlung des monokularen Sehens, die verschiedenen (Raum-)Empfindungsqualitäten desselben in ihrer Eigenart zur Kenntnis zu nehmen. Ein Gleiches ist notwendiges Erfordernis auch für die jetzt vorliegende Frage. Auch jetzt, wo es sich um das binokulare Sehen handelt, müssen wir, wenn wir der Zuordnung zwischen Reiz und Empfindung nachgehen, vor allem die verschiedenen Empfindungsqualitäten erkennen und auseinanderzuhalten verstehen. Indem wir nun aber dieses Erfordernis zu erfüllen uns anschicken, gewahren wir sofort, daß wir in diesem Punkte gegenüber dem, was wir bereits für das monokulare Sehen festzulegen hatten, nichts wesentliches Neues hinzuzufügen haben. Sieht man ab von der Verschiedenheit der Rolle,

die die Tiefe da und dort zu spielen hat, so findet man beiderseits im großen Ganzen dieselbe Sachlage. Dieselben Empfindungsqualitäten, die, nach Höhe und Breite, das monokulare Sehen aufweist, ganz dieselben finden sich auch im binokularen wieder; oder, gegenständlich ausgedrückt, das Sehfeld des binokularen Sehens ist seinem Inhalte nach identisch mit dem des monokularen; es enthält ganz gleich und ganz gleicher Weise dieselben charakteristisch ausgezeichneten Punkte, nämlich den Mittelpunkt, dann die auf der vertikalen und die auf der horizontalen Mittellinie liegenden Punkte und entsprechend auch die schräg gelegenen. Dasselbe gilt auch von den Grenzpunkten. Nur ist dazu zu bemerken, daß, nachdem das binokulare Sehfeld beide monokularen in sich enthält, das binokulare mehr enthält als jedes der beiden monokularen für sich, und zwar um eben das, um was die beiden monokularen sich voneinander unterscheiden. Das berührt sowohl die Grenzen nach außen als auch die nach innen. Das binokulare Sehfeld ist seitlich ausgedehnter als das monokulare, und es hat keinen blinden Fleck. Was speziell die größere Ausdehnung des binokularen Sehfeldes anlangt, so kommt sie natürlich der Ausdehnung des dem binokularen Sehen zugänglichen Gesichtsfeldes zugute; in Winkelmaß ausgedrückt übertrifft es das monokulare um zirka 30°, indem es sich horizontal über 180° erstreckt. Freilich gilt dies nur, wenn man das Gesichtsfeld in seiner durch die dem Auge benachbarten Gesichtsteile, vornehmlich die Nase, bedingten Begrenzung in Betracht zieht; tut man dies nicht, sondern hält man sich an seine durch die wirkliche Ausdehnung des Sehfeldes gegebene natürliche Begrenzung (ein Teil der Nase bildet sich ja im Sehfelde noch ab), so stellt sich der binokulare Über-

schuß des Sehfeldes sowohl wie des Gesichtsfeldes freilich als weit geringer heraus. — Wichtiger aber als die Angelegenheit der Ausdehnung ist die erwähnte Tatsache, daß das binokulare Sehen (von den äußersten seitlichen Grenzgebieten abgesehen) dieselben Sehfeldelemente zur Vorstellung bringt wie das monokulare, daß es, anders ausgedrückt, dieselben Raumempfindungsqualitäten vermittelt wie dieses, verschieden von diesem nur in der Art seiner Behandlung der Tiefe. Es ist (immanent-)gegenständlich dasselbe Sehfeld, was da und dort zustande kommt, und was in dem einen enthalten ist, ist auf das andere unter Umständen übertragbar oder mit ihm ohne weiteres vergleichbar.

2. Wir gehen nunmehr an die Behandlung unserer ersten Frage: Wie sind die Raumreize beim binokularen Sehen, zunächst ohne Rücksicht auf die dritte Dimension, den Raumempfindungsqualitäten im einzelnen zugeordnet, mit anderen Worten, wie entsprechen die Punkte des binokularen Sehfeldes denen des zugehörigen Gesichtsfeldes?

Wir wollen diese Frage auch hier, wie bei der Behandlung des monokularen Sehens, vorerst nur für die Primärstellung des Körpers, des Kopfes und der Augen untersuchen und denken uns als Gesichtsfeld eine in sehr großer Entfernung — für den Versuch sind mindestens 10 Meter Distanz erforderlich — zu den beiden parallelen Gesichtslinien senkrecht ausgebreitete Ebene.

Die Ergebnisse sind nun folgende. Die Empfindung von der Qualität „Mittelpunkt des Sehfeldes" wird ausgelöst durch jenen Punkt des Gesichtsfeldes, der dort liegt, wo sich die Schnittlinie zwischen Gesichtsfeld und Medianebene mit der Schnittlinie

zwischen Gesichtsfeld und der im Niveau der Augendrehpunkte gelegenen Horizontalebene kreuzt. Der Eindruck der vertikalen Mittellinie wird ausgelöst durch die (gleichfalls vertikale) Schnittlinie zwischen Gesichtsfeld und Medianebene, der der horizontalen Mittellinie durch die Schnittlinie zwischen dem Gesichtsfelde und der eben bezeichneten Horizontalebene.

Diese Ergebnisse sind allerdings nicht auf Grund exakt und systematisch durchgeführter Versuchsreihen aufgestellt; solche liegen bis jetzt noch nicht vor.[57] Man überzeugt sich jedoch auch ohne besondere Vorkehrungen schon mit den einfachsten Mitteln von ihrer Richtigkeit; und nur die mittlere Variation zu bestimmen, mit der die angegebenen Zuordnungen gelten, müßte genaueren Messungen vorbehalten bleiben. Aber dieses Datum könnte ja doch erst dann von Interesse werden, wenn es gelingt, zu entscheiden, mit welchem Anteile es tatsächlich der Zuordnung zwischen Reiz und Empfindung, mit welchem es dem Verhalten des Urteils gegenüber dem Empfindungsgegenstande zukommt. Übrigens läßt sich im ganzen auch von der mittleren Variation schon auf Grund beiläufiger Untersuchung sagen, daß sie auf keinen Fall eine erhebliche Größe erreicht.

In den durch die vertikale und die horizontale Mittellinie abgeteilten vier Quadranten des Sehfeldes steht es mit der Zuordnung zu den entsprechenden Punkten des Gesichtsfeldes als den Reizen, soviel sich ohne eigens daraufhin angestellte experimentelle Untersuchungen, deren es hier gleichfalls noch keine gibt, sagen läßt, so, daß auf Vertikalen beziehungsweise Horizontalen aufgereihte Punkte des Gesichtsfeldes Sehfeldpunkten zugehören, die in homologem Sinne gleichfalls auf Vertikalen und Horizontalen liegen. Nur an den äußersten Partien des binokularen Seh-

feldes scheint sich jene subjektive Krümmung der objektiven vertikalen und horizontalen Geraden wieder zu finden, die wir bei monokularem Sehen so deutlich beobachten konnten.

Mit ähnlich beiläufiger oder vorläufiger Entscheidung müssen wir uns begnügen, wenn wir nun noch nach den Maßverhältnissen und ihrer Zueinanderordnung fragen. Beim monokularen Sehen hatten wir bekanntlich zu konstatieren, daß nicht in jeder Richtung gleichgroßen Verschiedenheiten (Distanzen) der Reizpunkte auch gleichgroße Verschiedenheiten der Empfindungsqualitäten, also gleichgroße Distanzen im Sehfelde entsprechen; vielmehr verzeichneten wir die Tatsache, daß die gleiche Strecke des Gesichtsfeldes von der Mitte nasalwärts gerichtet stets größer erscheint als temporalwärts gerichtet. Im binokularen Sehen ist diese Inkongruenz nicht vorhanden: eine horizontale Gerade wird binokular richtig in zwei Hälften halbiert, und die allfällig auftretenden Abweichungen vom wirklichen Halbierungspunkte haben durchaus den Charakter von zufälligen Fehlern. Dagegen scheint eine andere Verschiebung im Sehfelde gegenüber dem Gesichtsfelde hier in gleichem Maße wiederzukehren, wie wir sie bereits beim monokularen Sehen gefunden haben, nämlich die sogenannte Überschätzung vertikaler Distanzen gegenüber horizontalen. Auch binokular erscheinen gleichgroße Strecken vertikal um ein Geringes größer als horizontal, richtige Quadrate z. B. ein wenig überhöht. Endgiltige Messungen liegen darüber derzeit noch nicht vor.[58] Schließlich darf auch darauf nicht ganz vergessen werden, daß die völlige und endgültige Sicherstellung des reinen Empfindungscharakters und der unmittelbaren Ursprünglichkeit dieser Dinge noch eigener Spezialuntersuchung harrt.

3. Wir wollen uns nun der zweiten Frage zuwenden: Wie verhalten sich — von der Angelegenheit der Tiefe abgesehen — bei gleichen Reizen die Empfindungen des binokularen Sehens zu denen des monokularen? Die Frage ist deshalb von Wichtigkeit und Interesse, weil aus ihr hervorgeht, wie die beiden monokular angeregten Teilprozesse zum binokularen Gesamtprozeß zusammenwirken.

Zur Erledigung dieser Frage müssen wir uns an der Hand der Ergebnisse des vorvorigen Abschnittes vergegenwärtigen, wie die Raumempfindungen ausfallen, wenn wir dem eben binokular betrachteten Gesichtsfelde monokular, einzeln mit jedem der beiden Augen, gegenübertreten. Wir haben seinerzeit für das monokulare Sehen die Zuordnung zwischen Reiz und Empfindung nicht von einem gegebenen Gesichtsfelde aus, sondern einfach direkt zwischen Netzhautpunkten und Sehstellen vorgenommen. Wir werden daher, um die Beziehung zwischen dem binokularen und dem monokularen Sehen herstellen zu können, das vom binokularen Gesichtsfelde aus Ermittelte zweckmäßig gleichfalls in die entsprechende Zuordnung von Netzhautstellen zu Sehfeldpunkten übersetzen. Bei der Lage des Gesichtsfeldes, die wir gewählt haben, wird dies gar keine Schwierigkeiten bieten.

Den Eindruck der Mitte des Sehfeldes erhielten wir von jenem Punkte des Gesichtsfeldes aus, der dort liegt, wo sich die Medianebene mit der in Augendrehpunktshöhe befindlichen Horizontalen schneidet. Da wir die Distanz des Gesichtsfeldes genügend groß angenommen haben und noch beliebig vergrößern können, ohne daß sich an diesem Befunde etwas Merkliches ändert, so können wir sagen, daß die Netzhautbildchen in diesem Falle beiderseits in den Netzhaut-

zentren liegen. Es wird dies noch dadurch bestätigt, daß die Mitte des Sehfeldes stets tatsächlich mit der Stelle des am deutlichsten Gesehenen identisch ist. Nun wissen wir, daß auch beim monokularen Sehen die Reizung des Netzhautzentrums, sei es des rechten, sei es des linken Auges, die Empfindung von der zur Mitte des Sehfeldes gehörigen Qualität auslöst. Der binokulare Effekt ist demnach durchaus begreiflich und bietet kaum etwas Neues: Werden zwei Reize zugleich appliziert, denen die gleiche Empfindung zugeordnet ist, so wird eben diese Empfindung ausgelöst, und sie kann natürlich trotz des doppelten peripheren Reizvorganges nur einmal im Bewußtsein vorhanden sein, weil es der Natur der Sache nach ausgeschlossen ist, daß ein und derselbe Inhalt zu gleicher Zeit zweimal vorgestellt werde.

Mit dem eben geschilderten Tatbestande ist das Prototyp dessen definiert, was man unter den Terminis „Deckpunkte", „korrespondierende" oder „identische Netzhautstellen" zu verstehen pflegt. Sich für einen der drei Ausdrücke endgültig zu entscheiden, fällt schwer, da jeder sein wohlcharakterisierendes Moment, jeder seinen Ungenauigkeitsfehler hat. Was aber die Sache selbst anlangt, so liegt das Wesentliche an ihr offenbar in folgendem. Jedem Netzhautpunkte gehört eine Raumempfindung von einer bestimmten Qualität (in dem von uns bisher festgehaltenen Sinne) zu. Es findet sich nun, daß dem Doppelauge von der großen Mehrzahl der Raumempfindungsqualitäten für jede bestimmte Qualität nicht nur eine, sondern zwei Netzhautpunkte als Reizstellen zur Verfügung stehen, nämlich in jedem der beiden Augen eine. Wird zweien solcher Art einander zugeordneten Punkten gleichzeitig Lichtreiz zugeführt, so entsteht die eine Raumempfindung von der bestimmten, beiden

Netzhautpunkten zugeordneten Qualität. Die beiden Netzhautstellen sind ein Paar korrespondierender Punkte. Für das Sehfeld hat dies die Bedeutung, daß das Reizlicht einmal oder einfach gesehen wird. Das muß nämlich nicht in jedem Falle so sein. Halte ich z. B. vor das eine Auge ein prismatisches Glas so, daß die von dem Reizlichte in dieses Auge gelangenden Strahlen abgelenkt werden und auf die Netzhaut an einer anderen Stelle als zuvor auftreffen, oder erreiche ich dasselbe, was ja in der Regel möglich sein wird, durch geeignete Verschiebung des wirklichen Ortes des Reizlichtes, so entsteht von der einen Netzhautstelle aus eine Raumempfindung von anderer Qualität als von der anderen Netzhautstelle aus, es entstehen also zwei Raumempfindungen, es kommt von dem einen wirklichen Dinge zu zwei Sehdingen, das Reizlicht erscheint zweimal, und zwar an zwei verschiedenen Punkten des Sehfeldes. Ein Paar von Netzhautstellen dieser Art bezeichnet man als disparat.

Die vollständige allseitige Bedeutung dieser Art der Definition des Wesens der identischen und disparaten Punkte wird erst im weiteren Verlaufe unserer Darlegungen klar werden. Nur zur Abwehr naheliegender Mißverständnisse soll hier noch zweierlei beigebracht werden. Erstens darf aus dem Gesagten nicht ohne weiteres gefolgert werden, daß in jedem Falle, wo einfach und nicht doppelt gesehen wird, die beiden Netzhautbildchen auf korrespondierenden Punkten liegen; zum mindesten wird es noch eigener Untersuchung bedürfen, zu entscheiden, ob und inwieweit diese Regel durch Tatsachen, von denen später die Rede sein wird[59], durchbrochen ist. Zweitens wäre es gleichfalls voreilig, zu schließen, daß ein Gegenstand, der sich bei einer gegebenen Einstellung

auf korrespondierenden Netzhautpunkten abbildet, bei sonst unveränderter Einstellung mit jedem der beiden Augen monokular gesehen in jedem Sinne gleich lokalisiert werden müßte.[60] Es war nicht ohne Bedacht, daß wir von „der gleichen Empfindungsqualität in dem bisher von uns festgehaltenen Sinne" gesprochen haben. Wir sind an dieser Stelle, wenn wir dem Gange der Untersuchung nicht vorgreifen wollen, nicht in der Lage, Genaueres darüber vorzubringen. Wir können hier nur darauf aufmerksam machen, daß es, wenigstens nach dem augenblicklichen Stande unserer Kenntnis, irrig ist, den Sinn der Netzhautkorrespondenz so zu verstehen, daß korrespondierende Netzhautpunkte für beiderseitiges monokulares Sehen im zweidimensionalen Sehfelde absolut gleiche Lokalisation bedingten. Nur das steht fest, daß korrespondierende Punkte in jedem Falle, sei es bei monokularem, sei es bei binokularem Sehen, Raumempfindungen gleicher Qualität — in dem von uns bisher festgehaltenen Sinne — auslösen.

Kehren wir nun zurück zu unserer vorhin verlassenen Aufgabe, das Zusammenwirken der beiden monokularen Empfindungsprozesse zum binokularen, wie er sich den im unendlich weit entfernten Gesichtsfeld angebrachten Marken gegenüber abspielt, zu verfolgen.

Wo, wie für die Sehfeldmitte, die beiden monokularen Lichtreize korrespondierenden Netzhautstellen zukommen, ist dieses Zusammenwirken, wie wir gesehen haben, sehr einfach und leicht verständlich. Nicht von allen den Marken aber, die wir nacheinander im Gesichtsfelde angebracht haben, um die Zuordnung von Reiz und binokularer Empfindung zu studieren, gilt es, daß ihre Netzhautbilder auf korrespondierende Netzhautstellen fallen, obwohl wir von

Doppelbildern im Gesichtsfelde nichts zu bemerken hatten. Wir können uns davon sofort überzeugen, da es nach unseren bisherigen Auseinandersetzungen ein leichtes ist, uns über die Lage der korrespondierenden Netzhautstellen zu orientieren. Denn wir haben bei der Erörterung des monokularen Sehens die Zuordnung der Raumempfindungsqualitäten zu den Netzhautstellen in den Grundzügen vollständig erörtert, und brauchen uns demnach nur zu konstruieren, auf welche Netzhautstellenpaare die Netzhautbildchen der verschiedenen Marken zu liegen kommen, um zu ersehen, wie sich diese zu korrespondierenden Punktepaaren verhalten.

Korrespondierende Punkte sind in erster Linie, wie gesagt, die beiden Netzhautzentren. Korrespondierende Punkte sind ferner alle Punkte, die auf den Inkongruenzmittellängsschnitten nach aufwärts oder abwärts vom Netzhautzentrum gleichweit entfernt liegen. Ferner auf den Inkongruenzmittelquerschnitten alle so gelegenen Punktpaare, daß jedem auf der einen Netzhaut lateral gelegenen Punkte ein um ein geringes vom Netzhautzentrum entfernterer nasal gelegener Punkt der anderen Netzhaut entspricht; von genauerer Bestimmung des Distanzunterschiedes können wir hier absehen. Schließlich — für den Zentralbezirk — alle Schnittpunkte von Längsschnitten mit Querschnitten, die durch korrespondierende Punkte der Inkongruenzmittellängs- und -querschnitte zu diesen parallel gelegt sind, während für die Randzone der Netzhaut auch noch die konkave Abweichung der Linien gleichen Breiten- und Höhenwertes von den Längs- und Querschnitten in Anschlag zu bringen sein dürfte; endgültige spezielle Untersuchungen dieses Details liegen nicht vor.

Wir erkennen nun sofort, daß die Punkte einer

in unserem Gesichtsfelde vertikal gezogenen Geraden, die in Augenhöhe binokular fixiert wird, nicht mit korrespondierenden Netzhautstellen gesehen werden. Denn das Netzhautbild dieser Geraden kommt in jedem der beiden Augen auf den Mittellängsschnitt (auf den vertikalen Meridian) zu liegen, weicht also in dem einen Auge nach der einen, im andern nach der andern Seite von den einander korrespondierenden Inkongruenzmittellängsschnitten (den scheinbar vertikalen Meridianen) ab. Gleichwohl wird unter den angegebenen Verhältnissen die bezeichnete Gerade einfach und zwar vertikal als Längsmittellinie des Sehfeldes gesehen.

Ähnlich verhält es sich mit der in Augenhöhe horizontal im Gesichtsfelde gezogenen Geraden. Allerdings, erstreckt sich die Netzhautinkongruenz, wie es häufig vorkommt, auf die Querschnitte nicht, so liegen die zwei Netzhautbilder der horizontalen Geraden auf Querschnitten, die paarweise korrespondierende Punkte enthalten, also auf korrespondierenden Querschnitten, wie wir kurz sagen wollen. Und wenn sich auch, wegen der verschiedenen Zunahme der Breitenwerte auf den zwei Netzhauthälften, die einzelnen Punkte der Horizontalen nicht durchaus auf korrespondierenden Netzhautstellen abbilden können, so verschlägt das nichts für den Gesamtempfindungseffekt: Die Gerade wird einfach, und zwar als horizontale Mittellinie des Sehfeldes gesehen. Der gleiche Effekt stellt sich aber auch ein, wenn Netzhautinkongruenz der Querschnitte vorhanden ist. Die Sache liegt dann ganz analog wie mit der Vertikalen. Die Netzhautbilder der Geraden liegen dann nicht auf korrespondierenden Querschnitten, sondern weichen um einen kleinen Winkel symmetrisch von diesen ab; die der einzelnen Punkte der Geraden liegen nicht auf korre-

spondierenden Netzhautpunkten, sondern symmetrisch disparat zu diesen. Dennoch erscheinen die einzelnen Punkte sowohl wie auch die ganze Gerade einfach, letztere als horizontale.

Ganz Analoges gilt nun auch von allen — freilich vielleicht nur innerhalb eines gewissen Zentralbezirkes — parallel zu dieser mittleren Vertikalen oder der mittleren Horizontalen im Gesichtsfelde gezogenen Geraden. Ihre Netzhautbilder liegen durchwegs nicht auf korrespondierenden Längs- oder Querschnitten, sondern in spitzen Winkeln symmetrisch zu ihnen. Auch für die Horizontalen trifft das hier, wenigstens sobald der Abstand des Gesichtsfeldes nicht ganz groß genug ist, auf jeden Fall zu, gleichgültig, ob eine Netzhautinkongruenz der Querschnitte vorliegt oder nicht; denn die unter- oder oberhalb der Mitte liegenden Horizontalen projizieren sich dann, wie eine einfache Konstruktion ergibt, nicht horizontal, sondern schief auf die Netzhaut, und zwar in den zwei Augen symmetrisch zueinander. Gleichwohl erscheinen alle diese Geraden als gerade horizontal, beziehungsweise vertikal. — Über die entsprechenden Verhältnisse in den Randgebieten der Netzhäute, in denen die Kurvenabweichungen bereits maßgebend zur Geltung kommen könnten, ist etwas endgültig Gesichertes dermalen nicht beizubringen.

Diese Ergebnisse lassen sich nun zur Beantwortung unserer Frage folgendermaßen verallgemeinern. Die von zwei korrespondierenden Netzhautstellen aus angeregten Raumempfindungen verschmelzen unter den vorliegenden Bedingungen zu einer einzigen, deren Qualität (im bisher festgehaltenen Sinne des Wortes) identisch ist mit der Qualität der monokularen Empfindungen. Raumempfindungen, die von zwei disparaten Netzhautstellen aus angeregt sind, haben im allge-

meinen verschiedene Qualität und bleiben als zwei im wesentlichen unbeeinflußt nebeneinander bestehen. Nur in Fällen minimalster Disparation können die zwei ursprünglich zu Empfindungen verschiedener Qualität führenden Empfindungsprozesse miteinander verschmelzen und sich ausgleichen, so daß es zu einer einzigen Empfindung von mittlerer Qualität kommt. Dieser letzte Satz entspricht jedoch, wie sofort hinzugefügt sei, ohne weiteres nur den von uns vorausgesetzten Verhältnissen des Gesichtsfeldes und wird im weiteren Verlaufe der Untersuchungen mehrfach nähere Determinationen zu erfahren haben.

Damit wäre das Wesentliche dessen erledigt, was vorläufig über die Raumempfindung des binokularen Sehens bei unbewegten Augen und unter Vernachlässigung des Tiefenmomentes zu sagen ist. Es sei nur noch auf die sogenannte haploskopische Methode zur Untersuchung der Lage der korrespondierenden Punkte hingewiesen, nicht etwa, weil sie zur Vervollständigung des Beigebrachten noch etwas Belangreiches beizutragen vermöchte, sondern weil sie für spätere Punkte unserer Untersuchung von Interesse ist.

Wir wissen, daß die Qualität der Raumempfindung, soweit wir sie bisher zu beachten hatten, von dem Orte der gereizten Netzhautstelle abhängig ist; bei binokularem Sehen, mindestens innerhalb der für das Einfachsehen zulässigen Disparationsgrenzen, auch von der gegenseitigen Lage der beiden Netzhautstellen. Es muß also für diese Qualität der resultierenden Empfindung gleichgültig sein, auf welchem äußeren Wege der Raumreiz hergestellt wird; wenn nur dieselben Netzhautstellen getroffen werden, so muß auch dieselbe Empfindungsqualität zustande kommen. Wir haben oben den Raumreiz durch Marken hergestellt, die, in einem sehr entfernten Gesichtsfelde angebracht,

binokular zu sehen waren. Bei der großen Entfernung des Gesichtsfeldes war die Annahme gestattet, daß ihr gegenüber der verhältnismäßig kleine Abstand der beiden Augen verschwindet und die Projektionen des Gesichtsfeldes mit seinen Marken auf die beiden Netzhäute mit genügender Annäherung kongruent sind. Von dieser Annahme kann man sich jedoch unabhängig machen (übrigens auch noch mancherlei technische Vorteile damit erzielen), wenn man die Raumreize nicht von einem einzigen äußeren Gegenstande ausgehen läßt, sondern jedem Auge sein eigenes, dem anderen Auge entzogenes Gesichtsfeld darbietet, von dem dann nur erforderlich ist, daß die Marken darauf in der perspektivisch insofern entsprechenden Anordnung angebracht sind, daß sie sich in jedem Auge auf denselben Netzhautstellen wie zuvor vom gemeinsamen binokularen Gesichtsfelde aus abbilden. Dem von uns betrachteten Falle entspricht dann des Näheren folgende Anordnung (Fig. 6). Die Augen blicken durch ein Paar parallel zueinander und mit ihren Achsen in Pupillendistanz justierter zylindrischer Rohre von etwa je drei Zentimeter Durchmesser, so daß für nicht zu große Entfernungen des Gesichtsfeldes jedem Auge ein dem andern nicht zugänglicher kreisförmiger Ausschnitt aus demselben dargeboten ist. Zieht man durch den Mittelpunkt eines jeden dieser Ausschnitte eine vertikale Gerade und stehen die Augen in Primärstellung, so daß die Gesichtslinien mit den Rohrachsen zusammenfallen, so geben die beiden vertikalen Geraden dieselben zwei Netzhautbilder wie die eine mittlere Vertikale aus dem in großer Entfernung befindlichen binokularen Gesichtsfelde. Es kommt also auch zur Raumempfindung gleicher Qualität und man sieht in der Mitte des

Fig. 6.

binokular vereinigten Sehfeldes eine vertikale Gerade. Ist in dem dem einen Auge gebotenen kreisförmigen Gesichtsfelde die vertikale Gerade nur vom Zentrum nach unten, im andern nur vom Zentrum nach oben gezogen, und vereinigt man diese beiden Sehfelder, indem die beiden Zentren haploskopisch zur Deckung gebracht werden, so erscheint selbstverständlich nicht eine vertikale Gerade, sondern infolge der Netzhautinkongruenz eine im Zentrum schwach gebrochene, deren hohler Winkel nach rechts liegt, wenn das linke Auge den oberen Halbmesser erhält.

Diese einfache haploskopische Vorrichtung hat jedoch einen kleinen Nachteil. Vermöge des automatischen Zusammenhanges von Akkommodation und Konvergenz, der sich durch willkürliche Beeinflussung nur schwer und wenig lösen läßt, ist bei parallelen Gesichtslinien, also auf unendlich eingestelltem Konvergenzwinkel auch die Refraktion des Auges auf unendlich eingestellt, die Marken der notwendig in geringer Distanz befindlichen kreisförmigen Gesichtsfeldausschnitte werden daher nicht leicht scharf, sondern nur mehr oder weniger verschwommen, mit Zerstreuungskreisen zu sehen sein, was selbstverständlich die Genauigkeit der Beobachtung beeinträchtigt.

Dieser Nachteil läßt sich durch die zweite, kompliziertere Form des Haploskops, das Heringsche Spiegelhaploskop, vermeiden. Dieser Apparat (schematisch in Fig. 7) ermöglicht es nämlich, die Augen in beliebig verschiedene, also auch der Akkommodation günstige Konvergenzstellungen zu bringen, ohne daß sich dabei die Bilder auf den beiden Netzhäuten verschieben — vorausgesetzt daß die Augen beim Übergang von einer Konvergenzeinstellung zu einer andern keine, oder wenigstens keine nicht zu vernachlässigenden Rollungen, d. h. Drehbewegungen

um die Augenachsen, vornehmen. Der Apparat erreicht dies dadurch, daß er die beiden Gesichtsfeldausschnitte (B, B′) den beiden Augen (L, R) nicht unmittelbar, sondern durch Spiegel (s, s′) sehen läßt, die zu den Blicklinien sowohl wie zu den Gesichtsfeldausschnitten in Winkeln von je 45° eingestellt und zusammen mit letzteren um vertikale Achsen drehbar sind, deren Verlängerung durch den Drehpunkt des zugehörigen Auges geht. Dieser Apparat kann also zu Untersuchungen über Korrespondenz und Inkon-

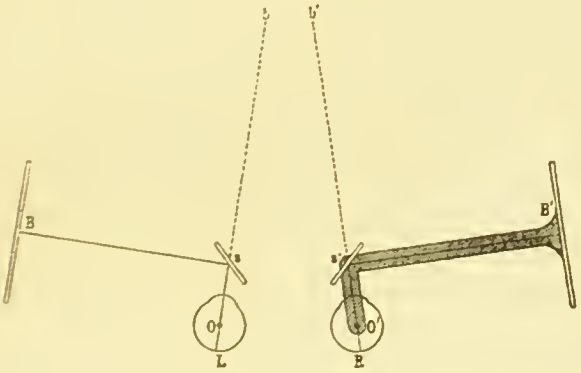

Fig. 7. Schema des Heringschen Spiegelhaploskopes.
(Nach Fig. 75 in Handbuch der Physiologie des Menschen, hg. von Nagel, Bd. III.)

gruenz der Netzhäute sowie über deren Bedeutung für die Raumempfindung sehr bequem und mit Erfolg verwendet werden; aber für den Fortgang unserer Darstellung wird auch er erst an anderer Stelle von besonderem Interesse werden, während wir hier nicht beabsichtigen, auf ihn näher einzugehen.

β) Das binokulare Tiefensehen.

1. Die Ausführungen des vorigen Abschnittes erhalten ihre notwendige Ergänzung und Abrundung vielfach erst vom Studium eines neuen Gegenstandes, des binokularen Tiefensehens, aus.

Wir werden auch hier von unserer Grundfrage ausgehen und daher zunächst festzustellen versuchen, wie sich die Empfindungen des binokularen Sehens mit unbewegten Augen von der Tiefenlage des jeweiligen Raumreizes beeinflußt erweisen. Da es wiederum sehr darauf ankommt, gegenwärtig noch alles beiseite zu lassen, was nicht wirklich als Sache reiner Empfindung angesprochen werden könnte, so müssen wir uns auch hier des gleichen Vorgehens bedienen wie in den früheren Fällen und in der Konfiguration des Raumreizes alles vermeiden, was die subjektiven, zentralen Faktoren anzuregen irgend geeignet wäre; wir werden zunächst wiederum mit Lichtpunkten variabler Intensität im sonst völlig verdunkelten Raume, weniger bequem und sicher mit für die Versuchsperson sonst unbekannten Marken vor einem gleichmäßig hellen, leeren Hintergrunde zu operieren haben.

Versuche solcher Art und mit so allgemeiner Fragestellung sind allerdings bis heute noch nicht ausdrücklich angestellt worden; indes die Erfahrung aus der Praxis des Sehens sowohl als auch der Ausfall von auf speziellere Fragen eingerichteten Versuchen geben uns genügend sichere Handhaben, das Ergebnis, das sie liefern müßten, zu supponieren. Stellen wir uns also vor, im völlig verdunkelten Raume befänden sich in verschiedener Distanz von der Versuchsperson Lichtpunkte von sonst unbekannter objektiver Größe und Intensität und die Versuchsperson hielte den Blick binokular auf einen dieser Lichtpunkte fixiert, so würde das Ergebnis folgendermaßen lauten. Die Versuchsperson gibt vor allem mit maximaler Bestimmtheit an, daß sich die Lichtpunkte in verschiedener Tiefendistanz befinden; ferner ist sie innerhalb weitester Grenzen mit ebenso großer Sicher-

heit imstande, anzugeben, welche von den Lichtpunkten näher, welche entfernter sind als der eben fixierte; außerdem findet sie, daß Punkte, deren Abstand vom fixierten ein gewisses Maß überschreitet, in Doppelbildern erscheinen; und schließlich hat sie auch ein mehr oder weniger bestimmtes Urteil über die Größe des Tiefenabstandes des fixierten Punktes von ihrem eigenen Orte wie auch der übrigen Punkte untereinander und vom fixierten.

Dieser summarische Befund verlangt nun genauere Analyse, und wir kommen dabei einerseits auf jene Spezialfrage, in deren Dienste die zahlreichen Experimentaluntersuchungen, die über das binokulare Tiefensehen bereits angestellt worden sind, zum größten Teile stehen, andererseits auf Überlegungen, die, experimenteller Untersuchung schwerer zugänglich, in der Regel weniger beachtet werden, gleichwohl aber zum Verständnis der Sachlage ebenso wichtig sind.

Wir wollen zunächst diesen Überlegungen nachgehen. Da drängt sich aus dem Aspekt der Tatsachen vor allem folgende Frage auf. Die Versuchsperson macht, wie gesagt, sehr bestimmte und innerhalb bestimmter noch näher zu besprechender Grenzen auch ziemlich richtige Angaben über die Tiefenlage der verschiedenen Lichtpunkte. Diese Angaben sind unmittelbar der sprachliche Ausdruck von Urteilen, die auf Grund des unter den gegebenen Verhältnissen zustandekommenden Materiales an Wahrnehmungsvorstellungen entstehen, sie müssen durchaus nicht dieses Material selbst schon wiedergeben. Und um die Erforschung dieses Materiales handelt es sich uns.

Zur Erläuterung dessen, was damit im allgemeinen gemeint ist, sei noch folgendes vorausgeschickt.

Die Angaben der Versuchsperson über die Tiefenlage der Lichtpunkte sind Ausdruck von Urteilen über

Momente des wirklichen Raumes; also, wie wir auf Grund früherer Ausführungen sagen könnten, über transzendente Gegenstände, mindestens aber zunächst nicht über die immanenten Gegenstände oder gar über die Inhalte der Empfindungen. Auf diese Inhalte ist nun aber die Fragestellung des vorliegenden Abschnittes gerichtet. Wenn wir aus den bisher registrierten Angaben der Versuchsperson etwas zur Beantwortung dieser Frage, also über die Empfindungsinhalte entnehmen wollen, so müssen wir uns darüber klar werden, in welchem Verhältnis die vorliegenden Urteile zu den aus der Situation sich ergebenden Empfindungsinhalten stehen. Dieses Verhältnis kann nämlich von verschiedener Art, und damit ein mehr oder weniger enges sein.

Am engsten ist es, wenn das in Betracht kommende Urteil sofort unmittelbar den Inhalt der vorgegebenen Empfindungen (Wahrnehmungsvorstellungen) vergegenständlicht; sei es nun, daß es (in „Einwärtswendung“[61]) auf den Inhalt als solchen gerichtet ist, sei es, daß es (in „Auswärtswendung“[61]) vermittelst des unmodifiziert aufgenommenen Inhaltes einen transzendenten, äußeren Gegenstand zu treffen, intendiert. Der erste Fall liegt vor, wenn z. B. der Psychologe die Inhalte der verschiedenen Hautsinnesempfindungen oder der Farbenempfindungen zu beschreiben und zu ordnen unternimmt; dann ist sein Urteil auf die Inhalte der Empfindungen selbst gerichtet. Der zweite, wenn der theoretisch Unberührte, der Naive, z. B. ein ihm vorliegendes Blatt Papier auf Grund des Sinneseindruckes grün, rot nennt; dann überträgt er (durch „Auswärtswendung“) unbedenklich den Sinnesinhalt unmodifiziert auf den äußeren, transzendenten Gegenstand. In unserer Erörterung der Raumwahrnehmung haben wir es bis nun gleich-

falls nur mit diesem engsten Verhältnis zwischen unmittelbarem Sinnesdatum und Aussage (Urteil) zu tun gehabt, indem wir angesichts des Sehfeldes keine Ursache hatten, etwas anderes anzunehmen, als daß auch hier in das Urteil über den wirklichen Raum der unmittelbare Sinnesinhalt unmodifiziert hereingenommen und auf den transzendenten Gegenstand übertragen werde, die Aussage also direkt auch als Aussage über den Inhalt der Empfindung verwertet werden könne.

Dieses engste Verhältnis zwischen Empfindungsinhalt und Urteil, Sinnesdatum und Gegenstandserkenntnis, muß indes nicht in jedem Falle platzgreifen; es können sich vermittelnde Glieder mannigfacher Art einschieben, die eine Aussage, ein Urteil entstehen lassen, das zwar wiederum auf den transzendenten Gegenstand — bei Raumwahrnehmung auf den wirklichen Raum — gerichtet ist, das aber nicht mehr ohne weiteres auch auf die Empfindungsinhalte bezogen und zugleich für sie geltend verstanden werden darf.

Von solchen Vermittelungen zwischen Empfindung und schließlichem Urteil hatten wir schon mehrfach zu sprechen Anlaß. Unsere ganzen Ausführungen über die Mitwirkung subjektiver Faktoren bei der Raumwahrnehmung, der Vorstellungsproduktion nämlich und der Erfahrung, haben diesem Gegenstande gegolten. Und wenn wir jetzt wie bis nun jedesmal darauf bedacht waren, eine Versuchsanordnung zu treffen, die dem Eingreifen solcher subjektiver Faktoren möglichst wenig Angriffspunkte und Anregung bietet, so hatte das immer den Zweck, die unmittelbare Verwertbarkeit der eigentlich auf den wirklichen Raum gerichteten Angaben der Versuchsperson für die Erkenntnis der Empfindungsinhalte möglichst zu wahren.

Die gleichen Maßregeln haben wir ja nun auch dieses Mal, bei der Einrichtung des allgemeinsten Grundversuches über das binokulare Tiefensehen mit unbewegten Augen, beobachtet. Aber die Dinge liegen hier wesentlich komplizierter und, wie wir wohl sagen können, fremdartiger, weniger einleuchtend als in den früheren Fällen, so daß wir doch noch ausdrücklich Rechenschaft darüber ablegen müssen, ob dieselben Maßregeln auch hier für unseren Zweck genügen, oder ob nicht vielleicht gerade darin, daß sich das binokulare Sehen doch offenbar auf dem monokularen aufbaut, und nun etwas bringt, was in den Empfindungen des monokularen Sehens nicht enthalten ist, ein Fingerzeig dafür liegt, daß das Plus, welches die binokulare Kombination der beiden monokularen Funktionen liefert, eben nicht mehr Sache reiner Empfindung ist. Die Kombination der beiden monokularen Apparate setzt möglicherweise irgendwelche Prozesse in Bewegung, deren Ergebnis Bewußtseinsdaten sind — wir wollen sie provisorisch Nebendaten nennen —, die selbst an sich nicht mehr als Raumempfindungen gewonnen werden können, weil sie ihrem Inhalte nach direkt nicht Raum zur Vorstellung bringen, sondern die, selbst Empfindungen anderen Inhaltes, zu den eigentlichen, vom Sehapparat vermittelten Raumempfindungen nur äußerlich hinzutreten, nun aber vom Subjekt zusammen mit diesen zur Erkenntnis der wirklichen Raumverhältnisse verwertet werden und so zu den scheinbar rein räumlich begründeten Aussagen über die Tiefenlage führen. Auch in diesem Falle wären es in gewissem Sinne subjektive Zutaten, die die Auffassung des gegebenen Räumlichen, die schließliche Wahrnehmungsvorstellung von demselben bestimmen. Aber sie wären doch subjektive Zutaten anderer Art als

die, welche wir bisher im Auge hatten und — wohl mit genügendem Erfolge — auszuschließen bemüht waren. Wenn wir es z. B. vermieden, Gegenstände im Gesichtsfelde erscheinen zu lassen, die der Versuchsperson, da ihr ihre wirkliche Größe oder wirkliche Lage bekannt sind, ein Mittel an die Hand geben, sich über die dargebotenen räumlichen Verhältnisse auf anderem Wege als durch die bloßen Empfindungen zu orientieren, so haben wir Nebendaten ausgeschaltet, die vom Gegenstande aus angeregt auf dem Wege der Assoziation und Reproduktion zur Geltung kommen. Nun aber würde es sich um Nebendaten handeln, die mit dem Gegenstande und seiner Vorstellung ursprünglich gar nichts zu tun haben, deren Zustandekommen vielmehr in der Funktion des Organes selbst wurzelt, nicht vom Gegenstande aus angeregt wird, die daher in einem gewissen notwendigen funktionellen Zusammenhange mit der jeweiligen rein räumlichen Empfindung stehen, der Natur der Sache nach nicht ausgeschaltet werden können und in ihrer Geltung nicht durchaus auf Assoziation und Reproduktion angewiesen sind. Es sind nämlich noch zweierlei Möglichkeiten auseinanderzuhalten, nach denen solche Nebendaten zur Geltung kommen mögen: Sind, wie vorausgesetzt, die Nebendaten psychische Gebilde, die selbst unmittelbar nicht räumliche Inhalte haben noch Räumliches zur Vorstellung bringen, so ist entweder unsere durch binokulares Sehen gewonnene (Wahrnehmungs-)vorstellung der Tiefe strenge genommen überhaupt nicht eine Vorstellung räumlichen Inhaltes, sondern irgendeines Inhalts anderer Art, nämlich des Inhaltes eben dieser Nebendaten, und wenn wir Tiefe vorstellen oder binokular auffassen, so ist dies dann niemals eine anschauliche Vorstellung räumlicher Tiefe, sondern stets nur ein — auf Grund dieser

unräumlichen Nebeninhalte auftretendes — unanschauliches Wissen von einer in dritter Dimension gelegenen Erstreckung des wirklichen Raumes; oder die Nebendaten rufen assoziativ die anschauliche Vorstellung räumlicher Tiefe hervor, so daß, gerade so wie auch die übrigen Raumbestimmungen, auch die der bestimmten Tiefe durch anschauliche, wenn auch nur (reproduzierte) zentral angeregte Vorstellung gegeben wäre und daneben aber auch noch der dieselben auslösende Bestand von an sich unräumlichen Nebendaten im Bewußtsein vorhanden sein müßte.

Kurz zusammengefaßt stehen sich also vorgängig drei verschiedene Möglichkeiten gegenüber: 1. Die binokulare Auffassung der Tiefe beruht ebenso direkt und unmittelbar auf einer Empfindung adäquaten Inhaltes wie die der ersten zwei Dimensionen; der Inhalt der anschaulichen Vorstellung bestimmter Tiefe ist seiner Art nach identisch mit dem Inhalt dieser Empfindung. — 2. Die binokulare Auffassung der Tiefe entsteht durch Empfindungen von andersartigem Inhalte, und zwar im wesentlichen dadurch, daß eben diese Empfindungen, die ihrerseits aus dem Zusammenfunktionieren der beiden Teilschapparate entspringen, die anschaulichen Tiefenvorstellungen assoziativ hervorrufen; die bestimmte Tiefe wird also tatsächlich anschaulich vorgestellt, daneben sind aber auch noch die unräumlichen Empfindungen vorhanden, dank welchen diese anschaulichen Tiefenvorstellungen zur Auslösung gelangen. — 3. Die binokulare Auffassung der Tiefe gründet sich auf Empfindungen andersartigen (unräumlichen) Inhaltes; aber alles, was an anschaulichen, auf die bestimmte Tiefe sich beziehenden Inhalten bei gegebener Tiefenauffassung vorhanden ist, ist mit diesen unräumlichen Inhalten erschöpft, bestimmte Tiefe kann anschaulich anders weder vor-

gestellt, noch empfunden, wahrgenommen, aufgefaßt werden.

Welche von den drei vorgängig möglichen Positionen den Tatsachen entspricht, dies zu entscheiden ist eigentlich das Grundproblem des binokularen Tiefensehens.

Es zu lösen, wird man wohl auch vor allem experimenteller Methode zuzutrauen geneigt sein. Es erweist sich aber gerade dem Experimente nur ganz besonders schwer zugänglich, und die Mittel, ihm auf diesem sonst allerdings vertrauenswürdigsten Wege beizukommen, sind bis heute noch nicht gefunden, freilich vielleicht auch noch nicht mit bewußter Absicht gesucht worden. Denn alle die zahlreichen und ausgedehnten Experimentaluntersuchungen, die auf die Bestimmung der Tiefensehschärfe, d. h. des kleinsten, noch erkennbaren Tiefenunterschiedes, sowie auf die Bestimmung der Richtigkeit unserer absoluten Tiefenlokalisation gerichtet sind, haben ja mit diesem Grundproblem gar keinen notwendigen, inneren Zusammenhang; sie setzen bereits das Zustandekommen einer Tiefenauffassung voraus und prüfen nur ihre Leistungsfähigkeit, ohne mehr nach der psychologischen Wesenheit dieser Tiefenauffassung zu fragen. Sie kommen also für die vorliegende Hauptfrage gar nicht oder höchstens nur sehr indirekt in Betracht. Und es bleibt daher angesichts des gegenwärtigen Standes der Dinge kein anderes Mittel, als sich vorläufig wenigstens auf dem Wege psychologischer Analyse eine provisorische Antwort auf die aufgeworfene Grundfrage zu geben.

In diesem Sinne ist zunächst im allgemeinen folgendes beizubringen; Ergänzungen auf Grund der speziellen Tatsachen werden dann gegebenen Ortes nachgetragen werden.

Versetzt man sich in die Situation der Versuchsperson des oben angegebenen Versuches und vergegenwärtigt man sich die psychischen Zustände und Erlebnisse, auf Grund deren die Aussagen über die Tiefenlagen erfolgen, so findet man es erstens ganz außer Frage, daß die einzelnen bestimmten Tiefenlagen in diesem Falle in anschaulichen Vorstellungen erfaßt sind, daß diese Vorstellungen Räumliches, genauer Seh-(visuell-)räumliches zum Inhalte, beziehungsweise Gegenstande haben, und zwar gerade jene Art desselben, die wir als Sehtiefe kennen, und daß sie dieser Sehtiefe so unmittelbar adäquat sind, daß wir außerstande sind, sie in anderer Weise adäquater, unmittelbarer, anschaulicher vorzustellen; kurz, es liegen vor die anschaulichen Vorstellungen bestimmter Sehtiefen. Zweitens: Der Zusammenhang zwischen diesem anschaulichen Vorstellungsmateriale und dem Urteil, das die Versuchsperson über die Tiefenlagen äußert, ist ein durchaus unvermittelter; die anschaulichen Inhalte werden selbst, und so, wie der Empfindungsprozeß sie liefert, unmodifiziert ins Urteil herübergenommen, sie sind es, womit wir anschaulich das erfassen, was wir in diesen Urteilen mit bestimmter Tiefenlage meinen. Und drittens: Gerade so wenig als wir irgendeine Vermittelung auf dem Wege von den anschaulichen Tiefenvorstellungen zum Urteil zu entdecken vermögen, gerade so wenig sind wir imstande, irgendeine Vermittlung zu finden, von der ihrerseits wieder das Zustandekommen der anschaulichen Vorstellungen selber abhinge; vielmehr haben wir deutlich den Eindruck, daß eben diese anschaulichen Vorstellungen der verschiedenen bestimmten Tiefenlagen gerade nur durch die Funktion des bloßen Sinnesorganes ebenso direkt und unmittelbar zustande kommen wie nur sonst irgendwelche unzweifelhafte Empfindung.

Das ist die Charakteristik der Sachlage auf Grund des unmittelbaren inneren Aspektes. Darnach müßte das vorliegende Grundproblem im Sinne der ersten der drei Möglichkeiten entschieden werden: anschauliche Vorstellungen bestimmter Tiefe und rein visuellen Inhaltes, unmittelbar entspringend aus der Sinnestätigkeit des Auges. So nimmt sich, wie gesagt, die Sache aus, wenn man sie unbefangen in innerer Wahrnehmung betrachtet und beschreibt. Zum selben Ergebnis führt aber auch der indirekte Weg des Ausschlusses der übrigen zwei Möglichkeiten. Die dritte der drei Thesen fällt sofort, sobald man sie nur einmal mit der wirklichen Sachlage zu konfrontieren versucht: Daß wir nur ein unanschauliches Wissen der Tiefenlagen sollten haben können, das sich auf anschauliches Vorstellungsmaterial von andersartigem Inhalt aufbaute, widerspricht zu deutlich den Tatsachen; die anschauliche und visuelle Natur der Tiefenvorstellung, die da eintritt, ist gar nicht zu verkennen. Bleibt also nur mehr die zweite Möglichkeit. Aber hält man sich an diese Eventualität, so hat man vor allem die Verpflichtung, zu zeigen, auf welchem Wege das Subjekt überhaupt zur Vorstellung bestimmter Tiefenlagen kommt. Denn sollen sie assoziativ hervorgerufen werden können, so müssen sie ihm dispositionell zur Verfügung stehen; wie soll es aber die Dispositionen erwerben, wenn Empfindung und Wahrnehmung eine Vorstellung bestimmter Tiefenlage nicht liefern? Könnte nun aber auch ein Ausweg aus dieser Schwierigkeit gefunden werden — er müßte dann freilich auch ausdrücklich aufgezeigt werden — so erhebt sich sofort eine zweite: Ist es nicht auffallend und befremdlich, daß die reproduzierte Vorstellung (bestimmter Sehtiefe) so kräftig und aufdringlich, noch dazu mit dem ganzen Habitus der

Empfindung im Vordergrunde des Bewußtseins steht, während die sie assoziativ auslösenden wirklichen Empfindungen direkt gar nicht auffindbar sind und nur indirekt postuliert und ihrem Inhalte nach bestimmt werden können? Dies vielleicht nur um so mehr, wenn es etwa selbst ausdrücklicher experimenteller Analyse nicht recht gelingen will, der geforderten auslösenden Empfindungen habhaft zu werden. Und so wird man kaum geneigt sein, ohne zwingenden Grund die einfache und einleuchtende These Nummer 1 aufzugeben und dafür Nummer 2 einzutauschen, die nicht mehr leistet, dafür aber eine Reihe ungelöster Rätsel mitbringt. — Übrigens wird ja auch noch die Erörterung der speziellen Fragen Gelegenheit bieten, an Sicherheit in der Beurteilung des Grundproblemes zu gewinnen.

Eine zweite prinzipielle Frage, die das binokulare Tiefensehen zu seinem Verständnis vorlegt, greift zurück auf die Leistungen des monokularen Sehens. Halten wir nämlich daran fest, daß das monokulare Sehen seinen Empfindungen die Qualität unbestimmter Tiefe verleiht, halten wir ferner daran fest, daß gemäß These 1 das binokulare Sehen zu Empfindungen bestimmter Sehtiefe führt, so ist aufzuklären, wie aus der Leistung des einen Auges durch Hinzutreten der an sich gleichen Leistung des andern Auges die neuartige Leistung des binokularen Sehens werden kann. Auch für die Klärung dieser Angelegenheit dürften sich bei der Behandlung speziellerer Fragen einige Anhaltspunkte ergeben.

2. Unsere nächste Aufgabe ist es nun, zu verzeichnen, wie die binokulare Tiefenwahrnehmung mit unbewegten Augen den objektiven Tiefen entspricht; und zwar wollen wir uns dabei fürs erste an ein

zweckmäßiges Herkommen halten und die Aufgabe insoferne teilen, als wir einmal lediglich darauf Rücksicht nehmen, wie eine gegebene einzelne objektive Tiefenlage subjektiv erscheint (absolute Tiefenlokalisation), und dann darauf, wie weit wir imstande sind, objektiv gegebene Tiefenverschiedenheiten als solche richtig zu erkennen (Tiefenunterschiedsempfindlichkeit, Tiefensehschärfe).

aa. So befremdlich es dem ungefähren Kenner der einschlägigen, keineswegs geringen Literatur vorkommen mag, so muß doch gesagt werden, daß Versuche, die unserer methodisch jedenfalls nächstliegenden und korrekten Fragestellung einwandfrei entsprechen, bis heute noch nicht angestellt worden sind. Die Untersuchungen Wundts[62], später Helmholtz'[63] und Donders[64], die hier gewöhnlich herangezogen werden, haben so viel gegen sich, daß sie heute wohl nur mehr historische Bedeutung für sich in Anspruch nehmen können. Die Notwendigkeit, auf irgendeine Weise die bestimmte Sehtiefe zu bezeichnen, an der eine Marke von gegebener wirklicher Tiefe erscheint, vielleicht sogar auch die Notwendigkeit, dazu Daten des wirklichen Raumes zu verwenden, wird in solchen Versuchen freilich kaum je zu umgehen sein. Aber wenn man zu diesem Zwecke, wie Donders, den scheinbaren Ort der Marke nach ihrem Wiederverschwinden mit dem Finger bezeichnen läßt, oder, wie Wundt, ihre Entfernung auf einem vorgehaltenen Maßstab anzugeben versucht, so bestimmt man damit zunächst die Genauigkeit der assoziativen Zuordnung zwischen Sehraum und Tastraum, oder die des Vergleichens von Tiefen- mit Breitendistanzen, und ehe man nicht den mittleren Fehler dieses Zwischengliedes kennt, wird man die Ergebnisse solcher Versuche mindestens ebensosehr auf eben

diese Zwischenglieder wie auf die subjektive Tiefenlokalisation beziehen müssen. Abgesehen davon aber haben bei all diesen Versuchen sichtlich auch Erfahrungsmomente und indirekte Hilfen verschiedener Art eine große Rolle gespielt. Am entsprechendsten dürften noch die Versuche Bourdons[65] sein, die zwar teilweise gleichfalls die Methode des Zeigens mit der Fingerspitze verwenden, teilweise sogar auf freiem Abschätzen nach Meteranzahlen beruhen, aber wenigstens für den Ausschluß indirekter Momente gut Sorge tragen. Die Ergebnisse bei kleinen Entfernungen der Marke von der Versuchsperson (zirka 60—70 cm) wiesen einen durchschnittlichen Fehler von zirka 5 cm auf, wobei Vorwiegen des Über- oder Unterschätzens individuell verschieden war. Bei größeren Entfernungen nimmt die Bestimmtheit ungemein rasch ab und die Fehlergrenzen werden immer größer, doch überwiegt immer mehr und mehr das Unterschätzen. Das hervorstechendste Charakteristikum der Ergebnisse ist jedoch ihre Unsicherheit, indem z. B. für einen sonst ausgezeichneten Beobachter 7 m und 47 m mitunter als nahezu gleiche Entfernungen erscheinen konnten, für einen andern 30 m und 50 m das eine Mal fast ebenso nahe wie ein anderes Mal 5, beziehungsweise 7 Meter. Man möchte angesichts solcher Ergebnisse fast geneigt sein, auch dem binokularen Sehen die Bestimmtheit des Tiefensehens abzusprechen, und nur der Anblick, der sich einem darbietet, wenn sich mehrere Lichtpunkte gleichzeitig in verschiedenen Entfernungen im Gesichtsraum vorfinden, und nun dieselben auch bei fixiertem Blick mit geradezu greifbarer Deutlichkeit und Bestimmtheit in verschiedenen, nicht vertauschbaren Entfernungen erscheinen, belehrt uns eines Besseren. Auch bedenke man, daß zur Bestimmtheit der Tiefenlokalisation nicht gehört, daß

sie zugleich richtig, ja auch nur — für eine gegebene Marke — ein für allemal konstant sei.

bb. Es ist tatsächlich einer der schlagendsten Versuche aus der ganzen Lehre von der Raumwahrnehmung des Auges, der uns zeigt, wie anschaulich und deutlich die Tiefenunterschiede der wirklichen Dinge im Raume an den Sehdingen im Sehraume zur Geltung kommen; und die dazu erforderliche Versuchsanordnung läßt an Einfachheit und Gleichgültigkeit gegen Störungen nichts zu wünschen übrig. Es genügt, Marken irgendwelcher Art, hängende Fäden, fallende Kugeln, Lichtpunkte hintereinander so anzubringen, daß nur die Anbringungsvorrichtungen dem Anblick der Versuchsperson entzogen sind; letzteres nicht etwa, um Störungen des direkten Tiefenverschiedenheitseindruckes durch die leicht indirekt zu erkennenden Tiefenerstreckungsverhältnisse der Anbringungsvorrichtungen zu vermeiden, sondern nur um es deutlich erkennbar zu lassen, daß der Tiefenverschiedenheitseindruck ausschließlich im direkten Anblick und nicht in irgendwelchen indirekten Hilfen begründet ist. Es kommt normalerweise auch nicht vor, daß Erfahrungsmomente oder ähnliches das Tiefenverschiedenheitsdatum des unmittelbaren, direkten Anblickes zu beeinflussen oder gar dem Sinne nach umzukehren vermöchten; denn dieses Datum tritt stets mit der größten Bestimmtheit auf und ist dem Sinne, zum Teil auch der Größe nach stets richtig.

Genauere quantitative Untersuchungen hat übrigens auch diese Angelegenheit bisher erst in einer Beziehung erfahren: nämlich mit Rücksicht auf die sogenannte Tiefenschschärfe, der Unterschiedsempfindlichkeit für Tiefenlagen. Die Frage lautet: Wie groß ist der kleinste Tiefenunterschied, der eben noch erkennbar ist? Die Schwierigkeiten, die auch in dieser

Frage wieder im Hinblick darauf liegen, daß möglicherweise die Grenzen der Erkennbarkeit von in der Empfindung noch wiedergegebenen Unterschieden hinter diesen zurückbleiben, hier also wie auch sonst strenge genommen eine Unterschiedsempfindlichkeit im eigentlichen Sinne und eine Unterscheidungsfähigkeit auseinanderzuhalten wäre, diese Schwierigkeit wollen wir, obwohl sie durchaus näherer Erörterung fähig und bedürftig wäre, hier kurzerhand beiseite lassen und uns damit begnügen, über die Messungen der Tiefensehschärfe, wie sie heute vorliegen, zu berichten. Wir halten uns dabei wieder an Bourdon[66], der, wie schon vor ihm auch Helmholtz, drei vertikal nebeneinander stehende Nadeln verwendete, von denen die mittlere aus der zur Medianebene senkrecht stehenden Ebene der beiden andern heraus nach vor- und rückwärts verschiebbar war. Bei einer Entfernung der Nadelebene von den Augen im Betrage von zwei Metern und einem gegenseitigen Abstand der benachbarten Nadeln von 3 mm stellte sich bereits in der großen Mehrzahl der Fälle das richtige Urteil ein, wenn die mittlere Nadel nur um 1 mm vor oder hinter die Ebene der beiden benachbarten Nadeln heraustrat; bei einem Nadelabstand von 35 mm kam es zum gleichen Verhältnis zwischen richtigen und falschen Fällen bei gleichem oder durchschnittlich nur ganz unbedeutend größerem Tiefenunterschiede. Legt man diese Werte einer geeigneten Berechnung zugrunde, so ergibt sich als eben merklicher Tiefenunterschied der Abstand von

862 m 79 m 3,7 m 15 cm 13 mm 0,4 mm 17 μ

bei einer Entfernung der Ebene von

2000 m 500 m 100 m 20 m 5 m 1 m 20 cm

Rechnet man daraus die unter dem Gesichtspunkte des Weberschen Gesetzes interessanten relativen Un-

terschiedsschwellen, so erhält man die Werte
0,431 0,158 0,037 0,0075 0,0026 0,0004 0,00008,
also keine Konstanz, sondern eine kontinuierliche, schnelle Abnahme der relativen Unterschiedsschwelle. Die Ursache dieser Abnahme wird später klar werden. Hier sei nur noch darauf aufmerksam gemacht, daß mit dieser Abnahme der relativen Unterschiedsschwelle wahrscheinlich die bekannte Überplastizität sehr naher Objekte in innerem Zusammenhange steht. Eine Kugel von 4 cm Durchmesser aus einer Entfernung von 25 cm betrachtet, erscheint in sagittaler Richtung verlängert und daher eiförmig,[67] erst in einer gewissen größeren Entfernung richtig, darüber hinaus immer mehr und mehr abgeplattet. Analoges gilt z. B. auch von einem gleichseitigen Prisma.[68] Die Zurückführung auf die infolge der relativen Vergrößerung der näher gelegenen Teile des Objektes zustande kommende perspektivische Verzerrung dürfte allein nicht ausreichen. Jedenfalls ist die Täuschung der Überplastizität sehr naher Objekte an mehreren Stellen in der Lehre von der Raumwahrnehmung des Auges von belehrendem Interesse.

3. Wir haben nun die Leistungen der binokularen Tiefenwahrnehmung mit unbewegten Augen, soweit sie bisher erforscht sind, kennen gelernt. Wir haben uns jetzt die Frage vorzulegen, mit welchen Mitteln unser Sehorgan diese Leistungen hervorbringt.

aa. Es geht nicht anders, als auf diese Frage zunächst nach altem Herkommen sofort mit dem Hinweis auf den Konvergenzapparat des Doppelauges zu antworten. Je näher der binokular fixierte Punkt sich befindet, desto mehr müssen die Augen konvergieren, jeder Tiefendistanz des Punktes von ∞ bis etwa 10 cm entspricht ein eigener Konvergenzwinkel in dem

Spatium von 0° bis gegen 40° oder ein wenig mehr; und die Einstellung der Augenaxen in diesem oder jenem Konvergenzwinkel gibt im allgemeinen den Reiz und die physiologische Grundlage ab für die Perzeption der zugehörigen Tiefenlage.

Diese vorläufig nur hypothetische Annahme liegt so nahe und scheint so einleuchtend, daß man es begreift, wenn ihre Anerkennung der Verifikation vorauseilte und sie es zu fast allgemeiner, uneingeschränkter Geltung gebracht hat. Indes, theoretische Einfachheit ist noch kein unbedingter Wahrheitsbeweis, am wenigsten dort, wo sie auf einer Schematisierung der Tatsachen beruht. Das ist aber hier der Fall. Denn schon der bei normalem Sehen allerdings nicht leicht, dagegen künstlich und unwillkürlich ohne weiteres verwirklichte Fall des Sehens mit divergenten Augenaxen läßt sich diesem Schema nicht einfügen. In welcher Distanz müßte denn ein so gesehenes Objekt — ermöglicht z. B. durch stereoskopische Vereinigung von Halbbildern — erscheinen? Etwa in einer negativen, also hinter dem Beobachter? Die Antwort, die Becker und Rollett[69] auf Grund sorgfältiger Versuche auf diese Frage geben, daß die Objekte unter solchen Umständen „weiter entfernt als unendlichweit" erscheinen, kann ja doch nur bildlich gemeint sein und trägt zur Klärung der Sache nichts Wesentliches bei. Dazu kommt noch das Mißverhältnis zwischen dem geradezu unendlichgroßen Variationsspatium der Tiefenabstände einer-, dem geringen Spatium der Konvergenzeinstellung von beiderseits 0° bis nur etwa 20° andererseits, und das vorgängige gute Zutrauen auf die Hypothese mag damit bereits einige Einbuße erlitten haben.

Nun können wir sie aber auch an die Tatsachen selbst heranbringen. Wir brauchten nur einmal

daran zu erinnern, daß sich in den Versuchen über monokulare Tiefenlokalisation bloß die Empfindung unbestimmter Tiefe erzielen ließ, und daß dies von Belang sein muß auch für die Beurteilung des Einflusses der Konvergenz auf die Tiefenlokalisation; denn wenn auch die Versuche nur monokular, also mit verdecktem zweiten Auge, ausgeführt worden sind, wir wissen ja[70], daß die Konvergenz der Akkommodation auch in diesem Falle folgt: was sie also an Tiefenlokalisation leistet, hätte sich auch dabei müssen manifestieren. Nun liegen aber außerdem noch, wie es scheint, durchaus korrekte Versuche vor, die das Verhältnis von Konvergenz und Tiefenlokalisation direkt beleuchten.[71] Sie ergeben, daß mindestens innerhalb sehr weiter Grenzen die Tiefenlokalisation von der Konvergenz unabhängig ist: Sowohl gleichbleibende Konvergenz bei veränderlicher Tiefenlokalisation, als auch umgekehrt bei wechselnder Konvergenz Gleichbleiben der scheinbaren Tiefenlage war zu beobachten. Besonders der erste der beiden Fälle ist leicht nachzuprüfen. Man hänge zweimal je drei einander benachbarte Fäden so auf, daß ihre Ebene parallel zur Frontalebene des Beobachters ist und die Distanz der beiden Mittelfäden voneinander mit der Pupillendistanz übereinstimmt. Verdeckt man durch einen Schirm mit geeignetem Ausschnitt die oberen und unteren Enden der Fäden und läßt die Versuchsperson mit parallel gestellten Gesichtslinien (auf ∞ eingestellter Konvergenz) so vor sie hintreten, daß die rechte Gesichtslinie den rechten Mittelfaden, die linke den linken trifft, so sieht sie in stereoskopischer Vereinigung der beiden Dreiergruppen ein binokulares Bild der drei Fäden, symmetrisch gegen die scheinbare Medianebene angeordnet. Dieses Bild erscheint nun aber bald in größerem, bald geringerem

Tiefenabstande, je nach der bekannten Entfernung des Hintergrundes, auf den es sich projiziert, ja, wie wir hinzufügen können, geradezu je nach der Willkür des Subjektes; dies alles innerhalb ziemlich weiter Grenzen, mindestens von ½ bis 6 m, und obwohl die Konvergenz konstant, nämlich gleich Null bleibt. Der entgegengesetzte Versuch bedarf zu seiner Ausführung des Spiegelhaploskopes.[72] Dieser Apparat ermöglicht es ja, einen Wechsel der Konvergenz (einfach durch Verschiebung der die Spiegel und Bildrahmen tragenden Schienen) für sich allein herbeizuführen, wobei man für den vorliegenden Zweck wiederum die zwei Bilder je dreier Vertikaler auf die beiden Rahmen verteilt und zur haploskopischen Vereinigung bringt: Die scheinbare Tiefenlage des Gesamtbildes folgt der wechselnden Konvergenz nicht oder doch nur unverhältnismäßig wenig.

Wollte man sich auf diese Versuche allein stützen, so könnte man geneigt werden, der Konvergenz überhaupt jeden Zusammenhang mit der Tiefenlokalisation abzusprechen. Man würde damit aber doch wieder über das Ziel schießen. Das beweisen weitere Ausgestaltungen der eben besprochenen Versuche. Blickt man während der Verschiebung der Schienen des Haploskopes, ohne die haploskopische Vereinigung der beiden Halbbilder zu verlieren, also während des allmählichen Ablaufs des Konvergenzwechsels, in das Haploskop, so hat man überraschend deutlich den Eindruck einer Annäherung oder Entfernung der Fäden, je nachdem die Konvergenz zu- oder abzunehmen hatte; die Tiefenänderung scheint allerdings bisweilen während ihres Ablaufes ausgiebiger als nachher in ihrem Endeffekt. Auch an die bekannte Beobachtung Wheatstones ist hier zu erinnern, der darauf auf-

merksam gemacht hat[73], daß das stereoskopisch gesehene Objekt vergrößert oder verkleinert, und damit wohl auch entfernter oder näher erscheint, wenn man an seinem Spiegelstereoskop[74] die beiden Bilder vom Beobachter weg herauszieht oder gegen ihn hineinschiebt und so seine Konvergenz bei unveränderter Größe der Netzhautbilder zu einer Verringerung oder Vergrößerung zwingt. Analoges hat Rollett mit Hilfe eines Paares senkrecht aufeinanderstehender, vertikal und um eine vertikale Achse drehbar adjustierter, dicker, planparalleler Glasplatten sehr packend zur Anschauung gebracht[75], und das Versuchsergebnis auch schon auf Abhängigkeit der Tiefenlokalisation vom Konvergenzgrade gedeutet.

Und man wird angesichts all der zitierten Beobachtungen tatsächlich nicht umhin können, dieser Deutung wenigstens bis zu gewissem Grade beizupflichten, trotz der andererseits wieder konstatierten freien Variabilität zwischen Konvergenz und Tiefenlokalisation. Die Sache dürfte sich eben so verhalten. In all den zuletzt vorgebrachten Fällen, in denen die Tiefenlokalisation der Konvergenz gefolgt ist, handelte es sich um eine Veränderung des Konvergenzgrades, während er in den anderen Fällen, die für gegenseitige Unabhängigkeit zu sprechen schienen, fix gehalten worden war. Man wird nun nicht meinen, daß gerade nur die Konvergenzänderung Tiefenwahrnehmungsfunktion besitzt, die ruhende Konvergenz jedoch nicht. Dagegen weiß man, daß sich verändernden Inhalten in besonders hohem Maße die Kraft eignet, sich im Bewußtsein zur Geltung zu bringen und die Aufmerksamkeit auf sich zu lenken. Machen wir hiezu die Annahme, daß der Konvergenzmechanismus ein Tiefenlokalisationsmoment dem Bewußtsein zwar überhaupt wohl liefert, daß dieses

Moment — über seine nähere psychische Natur werden wir gleich sprechen — jedoch nur sehr geringe Intensität und Widerstandskraft besitzt; erinnern wir uns ferner daran, eine wie große und mächtige Rolle zentrale, subjektive Faktoren in der Tiefenlokalisation spielen — auch davon wird noch des näheren die Rede sein —, so erkennen wir, daß solche der Konvergenz entstammende Tiefenlokalisationsmomente sich gegen die andersartigen Lokalisationsfaktoren nur dann durchzusetzen vermögen, wenn sie sich des Kraftzuschusses aus einer an ihnen vor sich gehenden Veränderung erfreuen, sonst aber diesen gegenüber in der Regel unterliegen. Für diese Auffassung spricht auch, daß die relative Unabhängigkeit der Tiefenlokalisation von der Konvergenz besonders deutlich beim Konvergenzgrade 0 zutage tritt, weniger ausgesprochen bei den größeren Konvergenzgraden: Bei parallelen Gesichtslinien hat die Unbestimmtheit eben den weitesten Spielraum, das Lokalisationsmoment muß da am wenigsten leistungsfähig sein.

Angesichts so weitgehender Unerforschtheit der ganzen Sachlage ist es nun von geringerer Bedeutung, sich Gedanken zu machen über die psychische Natur des der Konvergenz somit vermutungsweise zugeschriebenen Tiefenlokalisationsmomentes. Drei Fälle nämlich sind von vornherein möglich. Entweder die Konvergenzeinstellung löst, natürlich neben den kinästhetischen (Muskel-)empfindungen, direkt die visuelle Empfindung einer bestimmten Tiefenlage aus; oder die Konvergenz löst als zugehörige Empfindung nur die kinästhetischen, hauptsächlich der Muskelkontraktion entsprechenden aus, und diese rufen in fester assoziativer Verbindung die reproduzierten anschaulichen Vorstellungen der zugehörigen Tiefenlagen wach; oder es bleibt in der Sphäre des Anschaulichen

überhaupt schon bei den Muskelempfindungen, und nur ein gewisses unanschauliches Wissen um die zu den verschiedenen Empfindungen gehörigen Einstellungen vermittelt dann eine mehr oder minder ungenaue Kenntnis der zugehörigen Tiefenlage, wobei aber, wenigstens auf Grund dieses Mechanismus, der Gegenstand keinesfalls in der bestimmten Tiefe anschaulich gesehen, sondern nur unanschaulich gedacht werden kann. Wir wollen hiezu erinnern, daß Konvergenzmuskelempfindungen unter Umständen tatsächlich im Bewußtsein vorzufinden sind, und daß es innerhalb enger Grenzen auch wenigstens möglich ist, sie in der letztcharakterisierten Weise mit mehr oder minder Erfolg bewußt zu verwerten; auch daß die Beherrschung der Konvergenzmuskulatur einer gewissen Übbarkeit durchaus nicht ganz entzogen ist. Im übrigen wollen wir der aufgeworfenen Frage an dieser Stelle nicht näher nachgehen. Zu vermerken ist nur, daß, wenn die zweite oder die dritte der drei Eventualitäten den Tatsachen entsprechen sollte, von einer Tiefenempfindung auf Grund der Konvergenz natürlich nicht die Rede sein dürfte.

bb. So schwer man sich heute noch in der Frage über die allfällige Bedeutung der Konvergenz für die Tiefenwahrnehmung entscheidet, so sicher können wir einem anderen Faktor, von dem nun die Rede sein soll, eine höchst hervorragende Rolle in dieser Sache beimessen: Der binokularen Parallaxe mit querer Disparation der beiden Netzhautbilder.

Befindet sich ein beliebiges System von Punkten vor den beiden Augen, so werden die beiden Projektionen dieses Systemes auf die zwei Netzhäute, die mit den beiden reduzierten Knotenpunkten als Projektionszentren bei gegebener Augeneinstellung entstehen, das sind also die beiden Netzhautbilder, im

allgemeinen nicht kongruent sein. Denken wir uns die beiden Projektionen so übereinandergelegt, daß sich die Projektionspunkte (Netzhautbilder) jenes Objektpunktes, den die beiden Augen bei der gegebenen Augeneinstellung gemeinsam fixieren, decken, und die horizontalen Meridiane in gleichem Sinne übereinanderfallen, so werden sich zugleich nicht alle homologen Punktpaare der beiden Projektionssysteme (beiderseitigen Netzhautbilder eines und desselben Objektpunktes) decken können. Die Verschiedenheit der beiden monokularen Projektionen voneinander nennt man die binokulare Parallaxe. Sie kann für eine gegebene Augeneinstellung und einen bestimmten Objektpunkt gemessen werden durch die Abweichung der beiden ihm zugehörigen Netzhautbilder voneinander, die sich ergibt, wenn man die beiden Netzhäute in der bezeichneten Weise übereinandergelegt denkt, gemessen am besten in Winkelgrade mit dem Knotenpunkte als Scheitel. Praktisch heißt das, daß ein und derselbe Gegenstand im allgemeinen bei gegebener Augenstellung dem einen Auge für sich allein räumlich etwas anders erscheint als dem andern.

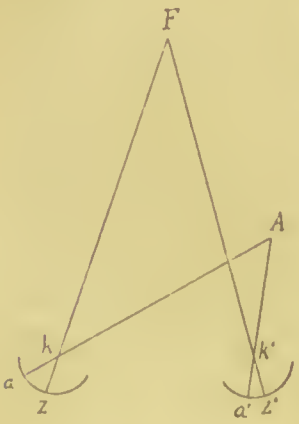

Fig. 8.

Es ist natürlich, daß sich unter solchen Umständen im allgemeinen höchstens ein Teil der Objektpunkte binokular auf korrespondierenden Netzhautstellen abbilden wird können, und daß die resultierenden Disparationen zusammengehöriger Netzhautbilder im größeren Maße Querdisparationen sein werden, d. h. solche, für die zwar korrespondierende Querschnitte, aber disparate Längsschnitte gelten. Eine einfache

Konstruktion läßt dies anschaulich erkennen. Ist F (Fig. 8) der binokulare Fixationspunkt der beiden Augen, K der Knotenpunkt des einen, K′ der des anderen Auges, so sind z und z′ die beiden Netzhautzentren, also korrespondierende Punkte. Ist ferner A ein anderer beliebig, z. B. seitlich und näher gelegener Objektpunkt, so sind seine Netzhautbildpunkte a und a′, sichtlich nicht korrespondierende, sondern querdisparate Punkte.

Von disparaten Punkten wissen wir bereits, daß sie im allgemeinen nicht ein einfaches, sondern ein doppeltes Bild des Objektpunktes geben, von querdisparaten, daß ihre Doppelbilder nebeneinanderstehen. Dies aber nur dann, wenn die Querdisparation ein gewisses Mindestmaß überschreitet. Bleibt sie unter diesem Mindestmaß, so kommt es trotz der Disparation zu einem einfachen Bilde, aber der Punkt erscheint dabei unter Umständen näher oder entfernter als die Punkte, die sich beiderseits auf korrespondierenden Punkten abbilden; näher dann, wenn sein Netzhautbild auf der rechten Netzhaut im Vergleich zu dem auf der linken zu weit nach rechts liegt, entfernter dann, wenn sein Netzhautbild auf der rechten Netzhaut im Vergleich zu dem auf der linken zu weit nach links liegt.

Diese schon von Wheatstone angebahnte, von Dove und mehreren anderen Forschern vorweggenommene Erkenntnis verdankt ihre genaue und allseitige theoretische Klarlegung den Arbeiten Herings[76], und bildet in der Gestalt, die sie von ihm erhalten hat — seine Erklärungshypothesen lassen wir vorläufig noch beiseite — einen der Grundpfeiler unserer heutigen Lehre von der binokularen Tiefenwahrnehmung. Die relativ einfachste Methode, sie zu verifizieren, ist wohl der gleichfalls von Hering ange-

gebene Fädenversuch.[77] Man ersieht daraus zugleich, daß die Tiefenwahrnehmung auf Grund der Querdisparation nicht nur ungemein bestimmt und sicher, sondern zugleich auch, wenigstens dem Sinne nach, richtig ist.

Soweit wäre nun alles in bester und klarster Ordnung, und wir könnten hiemit eine der wichtigsten und festesten Positionen unseres Forschungsgebietes verzeichnen. Wer aber psychologisch scharf zu denken und sich korrekt auszudrücken gewohnt ist, der wird vielleicht jetzt schon an einem Punkte der eben vorgebrachten Darlegungen Anstoß genommen haben. Wir haben uns in ihnen stets ganz unbekümmert des Ausdruckes „binokulare Tiefenwahrnehmung" bedient, und diese „Wahrnehmung" auf Querdisparation gegründet sein lassen. Nun geht aber aus eben diesen Darlegungen hervor — und dies stimmt auch vollständig zu ihren ursprünglichen Intentionen — daß Querdisparation nur Tiefenverschiedenheiten dem Bewußtsein zu vergegenwärtigen geeignet ist: ein Punkt, der sich in Querdisparation abbildet, erscheint näher oder entfernter als die an genau korrespondierenden Netzhautstellen abgebildeten Punkte. Also nur ein „Näher" oder „Entfernter" ist es, was mittelst Querdisparation zugänglich wird, das sind, wie gesagt, Tiefenverschiedenheiten, und Verschiedenheiten können, wie alle nicht realen (idealen) Gegenstände unter günstigen Umständen wohl zwar aufgefaßt, erkannt, niemals aber im Wege der Sinnestätigkeit, durch Empfindung, wahrgenommen werden. Und so kommen wir hier an einen Punkt, an dem tatsächlich noch sehr Wesentliches aufzuklären ist in unserer Kenntnis von der Tiefenbedeutung der Querdisparation.

Eine naheliegende einfache Analogie wird zur Klä-

rung leicht das Nötige beitragen. Wenn eine rote Fläche und daneben eine grüne unserem Auge geboten sind, so erhalten wir eine Empfindung rot und eine Empfindung grün, nicht aber erhalten wir noch eine dritte Empfindung „verschieden". Die Verschiedenheit liegt allerdings tatsächlich vor, aber die Sinnestätigkeit wäre nicht imstande, sie uns zum Bewußtsein zu bringen, weil sie nur durch einen Prozeß, der nicht, wie das Empfinden, Sache der Sinnesorgane ist, aufgefaßt werden kann, nämlich durch Vergleichen. Die Verschiedenheit wird nicht gesehen, sondern auf Grund des Vergleichens erkannt. Das Verschiedene, das zu Vergleichende (rot, grün) wird unmittelbar gesehen, und nur weil die verschiedenen Gegenstände in sinnlicher Anschaulichkeit vorliegen und die weitere Vermittlung der Verschiedenheits-Erkenntnis in solchen Fällen ganz von selbst und unvermerkt abläuft, entsteht so leicht der irrtümliche Schein, daß auch die Verschiedenheit als solche sinnlich, anschaulich wahrgenommen werde. Verschiedenheit kann aber auch vorliegen und erkannt werden, wo nicht einmal diese entferntere Voraussetzung zu beschaffen der Sinnestätigkeit obliegt, und dann kommt es auch nicht zu solchem Schein von sinnlicher Gegebenheit der Verschiedenheit: Die Verschiedenheit von 62 und 75, die Verschiedenheit zwischen den Begriffen Gewicht und Masse werden gleichfalls leicht und klar erfaßt, es ist der gleiche Prozeß, der hier und dort zum Erfassen der Verschiedenheit als solcher führt, und doch zeigt sich in diesen Fällen nicht eine Spur des Scheines von Anschaulichkeit oder Beteiligung der Sinne.

Die Querdisparation soll nun, wie gesagt, nur Tiefenverschiedenheiten zur „Wahrnehmung" bringen, und die Frage ist daher, wie dies mit den eben re-

ferierten psychologisch-erkenntnistheoretischen Grundeinsichten zu vereinbaren sein mag.

Vergegenwärtigen wir uns einmal ausdrücklich den Sachverhalt. Vor allem sei konstatiert, daß, was uns die Querdisparation auf Grund der Tiefenbeschaffenheiten des Gesichtsraumes an psychischen Gebilden ins Bewußtsein bringt, an Anschaulichkeit kaum etwas zu wünschen übrig lassen kann; wer sich z. B. auch nur den Heringschen Fadenversuch gut angesehen hat, wird nicht leicht anstehen, zuzugeben, daß die Tiefeneindrücke, die er vermittelt, durchaus den Charakter unmittelbarer Wahrnehmung haben. Dagegen wissen wir bereits, daß die Querdisparation nur die Auffassung von Tiefenverschiedenheiten vermitteln kann. Die Verschiedenheiten als solche können jedoch auf keinen Fall Gegenstand der Wahrnehmung sein. Aber noch mehr. Gleichviel ob anschaulich oder unanschaulich, eine Verschiedenheit kann überhaupt nur dann (vorgestellt) erfaßt werden, wenn zugleich auch das, was das Verschiedene ist, erfaßt (vorgestellt) wird; um die Verschiedenheit zweier bestimmter Längen zu denken (vorzustellen), muß ich unbedingt auch die beiden Längen selber in der Vorstellung haben. Das heißt auf unseren Fall übertragen, um Tiefenverschiedenheiten aufzufassen, muß man auch die die Verschiedenheit konstituierenden einzelnen Tiefenlagen aufgefaßt haben; das ist ganz unerläßlich, sofern es sich im vorliegenden Falle um ein Erfassen von Tiefenverschiedenheiten im eigentlichen Sinne des Wortes handelt. Dann aber ist zweierlei möglich. Entweder sind doch auch die einzelnen verschiedenen Tiefenlagen durch Querdisparation erfaßt; oder es ist irgendein anderes physiologisches Mittel in Aktion, das sie uns zur Wahrnehmung bringt. Wir werden jeden dieser beiden Fälle in Erwägung ziehen.

können aber jetzt schon hinzufügen, daß, ob nun der eine oder der andere den Tatsachen entspricht, für eine ursprüngliche Funktion des Erfassens von Tiefenunterschieden durch Querdisparation, wie wir sie auf Grund der Erfahrung eingangs anzunehmen uns bewogen gesehen haben, eigentlich kein Raum mehr übrig bleibt, da, wenn einmal die einzelnen Tiefenlagen selbst, gleichviel auf welchem Wege, zur Wahrnehmung gelangt sind, das Auffassen der Tiefenverschiedenheit durch die jederzeit zur Verfügung stehende allgemeine zentrale Funktion des Vergleichens vermittelt wird und die Mitwirkung irgendeines speziellen sensorischen Agens überflüssig wäre.

Was zunächst den von den beiden Fällen an zweiter Stelle angeführten anlangt, so müssen wir, falls es also nicht Querdisparation selbst ist, was uns die Wahrnehmungsvorstellung der einzelnen zu vergleichenden Tiefenlagen vermittelt, die Frage beantworten, welche andere physiologische Funktion es dann eigentlich ist, die uns diesen Dienst leistet. Von der Konvergenz haben wir schon gesprochen. Unser Ergebnis von damals genügt uns, zu erkennen, daß sie das, was wir suchen, wenigstens für sich allein, nicht sein kann. Die Tiefenlokalisation durch Konvergenz ist viel zu wenig leistungsfähig, als daß ihre Daten eine so genaue Auffassung der Tiefenverschiedenheiten ermöglichten, wie wir sie unter dem Titel Querdisparation zu verzeichnen hatten. Aber auch, wenn wir etwa die wohl ziemlich willkürliche Annahme machen, daß Konvergenz mit Querdisparation zusammen einen neuen einheitlichen physiologischen Apparat abgeben, dessen Funktion die geforderten Leistungen liefern könnte, so steht noch immer die nicht hinwegzudeutende Tatsache entgegen, daß es, auch wenn man diesem kombinierten Apparat

die volle Freiheit, sich zu betätigen, läßt, zu so fest und eindeutig bestimmter Auffassung der einzelnen Tiefenlagen, wie wir sie brauchten, gar nicht kommt. Man mache nur ausdrücklich den Versuch — er ist mit den gleichen Mitteln wie die bisher erwähnten anzustellen — und man wird finden, daß bei der gleichen Einstellung der zwei Lichtpunkte zwar stets, und stets mit gleicher Sicherheit, dasselbe Urteil über ihre gegenseitige Tiefenlage, welcher näher, welcher ferner, zustande kommt, daß aber der Eindruck ihrer Tiefenlage an sich — man könnte dies auch ihre Entfernung vom Beschauer nennen — innerhalb ziemlich weiter Grenzen variiert. Mit anderen Worten, auch mit Querdisparation kombinierte Konvergenz gibt im einzelnen Falle keine genügend bestimmten Tiefenlageneindrücke, um die tatsächliche Genauigkeit der Tiefenverschiedenheitsauffassung, soll sie nur auf dem allgemeinen Wege des Vergleichens absoluter Daten zustande kommen, ohne daß Querdisparation noch etwas speziell für sie selbst beiträgt, zu ermöglichen. — Also weder Konvergenz noch Konvergenz mit Querdisparation zu einem einheitlich funktionierenden Apparat kombiniert ergeben die genügend bestimmten einfachen einzelnen Tiefenlageneindrücke, die unsere so leistungsfähige Tiefenverschiedenheitsauffassung lediglich auf die allgemeine Funktion des Vergleichens zu gründen gestattete.

Vielleicht geht es mit der anderen der beiden Eventualitäten. Vielleicht tritt die Unterstützung, die uns die Querdisparation in unserer Tiefenorientierung leistet, in der Auffassung der Tiefenunterschiede nur auffallender zutage, ist aber mit dieser keineswegs erschöpft, sondern besteht vielmehr, wie es unserer theoretischen Überlegung nach sein müßte, in erster Linie doch in der Beistellung der einzelnen Tiefen-

lageneindrücke als solcher. Dann blieben wir mit der Erfahrung in gutem Einklang und die erkenntnistheoretischen Schwierigkeiten wären geklärt.

Es liegt nun tatsächlich ein sehr beachtenswerter Versuch vor, der, zwar nicht von genau derselben Fragestellung ausgegangen, doch auch die Angelegenheit der Vermittelung des einzelnen Tiefenlageneindruckes betrifft, und sich daher mit den uns augenblicklich beschäftigenden Schwierigkeiten nahe genug berührt, um sie zu schlichten vielleicht geeignet zu sein.

Hillebrand hat zu zeigen unternommen, daß die Leistung der Querdisparation nicht nur in der irgendwie zu verstehenden Vermittelung des Eindrucks von Tiefen*unterschieden* besteht, sondern daß es eben auch die Querdisparation ist, von der unsere *einzelnen* Tiefenlageneindrücke als solche herrühren. Sein Versuch hat zudem noch den großen Vorzug, daß er die Tradition wahrt und es zustande bringt, die Eigenart der Querdisparation, worauf ja die physiologischen Verhältnisse hinzuweisen scheinen, als eines eigentlich doch nur auf das Erfassen von Tiefen*verschiedenheiten* eingerichteten Instrumentes, beizubehalten und auf das glücklichste mit der eigentlichen Natur unserer sogenannten einzelnen Tiefenlageneindrücke in Einklang zu bringen. Denn, muß man sich fragen, was ist das, was wir an diesen Tiefenlageneindrücken besitzen, uns unter ihnen zu denken haben? Sie sind *ihrer Beschaffenheit nach* vom objektiven Raume in gewissem Sinne unabhängig, sie sind, den psychischen Inhalten nach, mittelst welcher wir sie vorstellen, durchaus konstant und überall, wo wir uns je befinden mögen im objektiven Raume, stets dieselben, so daß auch von ihnen gilt, was wir von den Qualitäten der Raumempfindung der

ersten und zweiten Dimension behaupten konnten, daß das Subjekt sie, und mit ihnen seinen subjektiven Raum (die Schraumelemente) überallhin mitnimmt, ganz unabhängig von seinen Ortsveränderungen im objektiven Raum. Man könnte daher das Wesen dessen, was wir die einzelnen Tiefenlagendaten genannt haben, als nur in bezug auf das Subjekt bestimmbar denken und es einfach als die Verschiedenheit der Lage eines Punktes von der des Körpers des Subjektes, den Tiefenabstand, die Tiefendistanz des Punktes vom Subjekte definieren. Ist die Querdisparation ursprünglich auf die Vermittelung der Perzeption von Tiefendistanzen eingerichtet, dann muß sie auch die Perzeption der Tiefendistanz der Objekte vom Körper des Subjektes vermitteln und damit das zur Wahrnehmung bringen, was wir unter einzelnen Tiefenlagen verstehen und einzig verstehen können. Nur eine Voraussetzung muß dazu notwendig erfüllt sein: Es müssen dem Subjekte beim Sehen nach den Objekten Teile des eigenen Körpers, wenn auch natürlich nur indirekt, in den seitlichen Partien des Schraumes, sichtbar sein. Dies ist aber normalerweise tatsächlich jederzeit der Fall; Teile der Nase, der Augenbrauenbogen, unter Umständen der Wangen und Lippen, ferner je nach der Blickrichtung der Bekleidung des übrigen Körpers liegen innerhalb des Bereiches dessen, was auf der Netzhaut zur Abbildung gelangt. Je nach der Tiefenlage des binokular fixierten Punktes nun wird es größere oder geringere Querdisparation sein, was die Netzhautbilder von diesen Körperpartien gegeneinander aufweisen, anders ausgedrückt, die Differenz ihrer Querdisparation gegen die des binokularen Blickpunktes, welche als Querdisparation Null genommen werden kann, ist mit der Tiefenlage des Blickpunktes ver-

änderlich; und da die Tiefenverschiedenheit zweier Punkte auf Grund der Differenz ihrer Querdisparationen zum Erfassen gelangt, die Tiefenverschiedenheit gegenüber dem Orte des eigenen Körpers das ist, was wir unter (subjektiver) Tiefenlage verstehen, so ist es eben wieder die Querdisparation, was uns auf diese Weise das Erfassen auch der einzelnen, „absoluten" Tiefenlagen vermittelt.[78]

Es muß zugegeben werden, daß, wenn sich diese Auffassung als richtig bewährt, die dargelegte Schwierigkeit des „Wahrnehmens von Tiefenverschiedenheiten" wenigstens in gewissem Sinne behoben ist. Der scheinbare Ort des Körpers des Subjektes im Sehraum bedarf, soweit es sich um das vorliegende Stadium der Lokalisierung handelt, als Ausgangspunkt der Orientierung, d. i. als subjektive Konstante, keiner eigenen Wahrnehmung und keines eigenen Wahrnehmungsmittels, um subjektiv fix repräsentiert zu sein. Es ist also wenigstens ein Punkt absolut gegeben und kann als Beziehungspunkt verwendet werden. Durch die Querdisparationen, genauer deren Differenzen, würden dann zunächst die Verschiedenheiten der Tiefenlagen der Objektpunkte von der des eigenen Körpers, vom Tiefenausgangspunkt erfaßt und damit indirekt auch die Tiefenlagen der Objektpunkte selbst. Die Sache schiene soweit in Ordnung zu sein.

Aber wir haben uns nicht ohne Grund so vorsichtig ausgedrückt, wenn wir sagten, die Schwierigkeit sei nun „in gewissem Sinne" behoben. In gewissem Sinne nämlich insofern, als, wenn wir von hier aus konsequent weiter denken, eine tatsächliche Lösung nunmehr zwar angebahnt, jedoch noch keineswegs erreicht erscheint. Wer nämlich unsere bisherigen Darlegungen genau verfolgt hat, dem kann es nicht entgehen, daß der Hillebrandsche Vorschlag,

so sehr er an das Ei des Kolumbus erinnert, doch nicht leistet, was wir brauchen und von ihm erwartet haben.

Nicht daran wollen wir uns stoßen, daß es, sieht man sich die Sache einmal in Praxi an, denn doch recht fraglich erscheint, ob der binokular fixierte Punkt mit den dem Subjekte gleichzeitig sichtbaren Teilen des eigenen Körpers zu einem auch nur geringen Teil der Fälle in eine für die Tiefenlokalisation wirksame Querdisparation zu treten vermag. Wir wollen nur daran erinnern, daß die Halbbilder dabei zumeist so weit am Rande des Sehfeldes liegen, daß sie längst außerhalb des Umkreises des für das Bewußtsein Vorhandenen fallen; außerdem überdecken sie sich in der Regel teilweise und sind bei der Verschwommenheit des indirekten Sehens als zu einem und demselben Objekte gehörige Halbbilder kaum je kenntlich. Sie sind eben für das Bewußtsein zumeist so gut wie nicht vorhanden. Das zeigt sich auch daran, daß die Tiefenlokalisation weder an Richtigkeit noch an Bestimmtheit etwas Merkliches einbüßt, wenn man es dem Auge unmöglich macht, ein Disparationsverhältnis zwischen dem fixierten Punkt und den sonst sichtbaren Körperpartien des Subjektes auszunützen, einfach dadurch unmöglich, daß man ihm den Anblick dieser Partien entzieht. Hillebrand beruft sich allerdings darauf, daß, wenn man dies mittelst Röhren, Okulardiaphragmen, Spalten und dergleichen tut, die Richtigkeit der Lokalisation des fixierten Punktes sinkt, was sich daran erweise, daß unter solchen Umständen in der Taxierung der Entfernung und beim Stoßen mit einer Spitze nach dem Fixationsobjekte besondere Fehler gemacht werden.[79] Er erwähnt aber selbst, daß die Bestimmtheit der Lokalisation unter solchen Veranstaltungen nicht

leidet, was ja doch auch der Fall sein müßte. Daß aber die Herabsetzung der Richtigkeit nicht in der Ausschaltung des Anblickes der das Auge umgebenden Körperpartien begründet ist — die wahre Ursache dürfte sich ja unschwer erraten lassen —, das zeigt sich deutlich darin, daß, wie gesagt, Richtigkeit sowohl als auch Bestimmtheit unverändert bleiben, wenn man diese Ausschaltung durch Ausführung des Versuches in der Dunkelkammer bewerkstelligt und den Vergleichsversuch, die Freigabe der von uns angezweifelten Daten, dadurch herbeiführt, daß man Nase und Augenbrauenbogen mit phosphoreszierender Leinwand bedeckt.

Es dürfte also schon deshalb eine problematische Sache sein, die einzelnen Tiefenlagendaten auf Querdisparation gegen die Netzhautbilder der dem Subjekt sichtbaren Partien des eigenen Körpers zu gründen. Aber das ist uns, wie gesagt, gegenwärtig gar nicht das Wesentliche. Dies Wesentliche ist, daß die Schwierigkeit, an deren Lösung wir uns hier versuchen, durch die von Hillebrand entlehnte Hilfshypothese so wenig behoben wird, daß vielmehr diese Hypothese selbst zunächst noch an der gleichen Schwierigkeit krankt.

Die Hypothese stützt sich vornehmlich darauf, daß sie das Vorhandensein eines festen, stets gegenwärtigen Ausgangspunktes der Tiefenlokalisation konstatiert, der es selbst nicht nötig hat, erst noch eigens wahrgenommen zu werden, des subjektiven Ortes des eigenen Körpers des Subjektes. Die Querdisparation vermittelt nach ihrem Sinne strenge genommen tatsächlich nur das Auffassen von Tiefen*verschiedenheiten*, aber, indem sie eben die Größe der Tiefenverschiedenheit zwischen jenem festen Ausgangspunkte und dem Objektpunkte zur Auffassung bringt, ermög-

licht sie es dem Subjekte, sich auch die absolute Tiefenlage des Objektpunktes zu bestimmen, da ja, wenn die Distanz und ein Punkt gegeben sind, der zweite Punkt leicht zu ermitteln ist. So kommt, nach Hillebrands Hypothese, durch bloße Querdisparation als durch ein Mittel zur Auffassung von zunächst nur Tiefenverschiedenheiten doch auch das zustande, was wir die Wahrnehmung der einzelnen Tiefenlagen, die einzelnen Tiefenlagendaten („die absolute Tiefenlokalisation") zu nennen pflegen.

Man sieht nun leicht, daß in dieser Analyse genau dieselbe Schwierigkeit wiederkehrt, die zu umgehen wir versuchsweise die Annahme gemacht haben, daß durch Querdisparation schon auch die einzelnen Tiefenlagendaten selbst geliefert würden. Auch sie verlangt ja noch wiederum das Unmögliche, daß eine in den Objekten gegebene Verschiedenheit einfach direkt wahrgenommen werde, oder doch wenigstens aufgefaßt werde, ohne daß noch die beiden Glieder der Verschiedenheit (bei Hillebrand allerdings nur das zweite, was aber an der Sache nichts ändert) zur Wahrnehmung, überhaupt zur Vorstellung gelangt sind. Was hilft es, wenn auch das eine der beiden Verschiedenheitsglieder gegeben ist; solange noch das zweite fehlt, ist es ausgeschlossen, daß die Verschiedenheit zwischen ihnen auf dem normalen Wege, das wäre durch Vergleichen, zur Auffassung gelange. Hillebrand macht allerdings ganz ausdrücklich die Unterscheidung zwischen „eigentlicher" und „uneigentlicher relativer Lokalisation", versteht unter uneigentlicher das Auffassen der Ortsverschiedenheit durch Vergleichen der beiden einzelnen Ortsdaten und lehnt diese, als an der Wirkungsweise der Querdisparation unbeteiligt, ab. Er sagt nämlich[80]: „Sei die absolute Entfernung von A . . . a, die von B . . . b, und die

Differenz = c, also a—b = c. Dann ist im Falle der uneigentlich sogenannten «relativen Lokalisation» a und b das unmittelbar Gegebene, c das «Erschlossene», auf Grund von a und b Beurteilte; im Falle der eigentlich sogenannten relativen Lokalisation ist aber a und c das unmittelbar Gegebene, und man kann dann auf b «schließen». Das binokulare Tiefensehen auf Grund der Disparation oder der Doppelbilder ist ein Fall dieser letzteren Art". Was kann nun mit dem Ausdruck „unmittelbar gegeben" anderes gemeint sein als „auf Grund direkter Sinnesempfindung in unmittelbarer Wahrnehmung vorliegen", kurz: wahrgenommen werden? Ist auch der Ausdruck „unmittelbar gegeben" keiner der eindeutig definierten psychologischen Fachausdrücke, so ist seine Bedeutung im obigen Zusammenhange doch vollkommen klar und sicher. Das c hinwiederum bedeutet uns den Unterschied, genauer die Verschiedenheit von a und b. Daß nun dieses c unmittelbar gegeben, also eine Verschiedenheit wahrgenommen sein soll, das ist, darüber sind wir ja längst einig, an sich schon psychologisch und erkenntnistheoretisch einfach unmöglich; ganz abgesehen davon, daß diese Forderung erhoben wird, bevor noch das zweite der beiden Verschiedenheitsglieder (b) im Bewußtsein vorhanden ist. Man wird uns also recht geben müssen, wenn wir nun schließlich sehen, daß die Hillebrandsche Lehre nicht imstande ist, über den Stein des Anstoßes hinwegzuhelfen. —

Wir müssen uns also neuerdings nach Mitteln umsehen, die geeignet sind, eine Klärung der Situation herbeizuführen. Denn an der Tatsächlichkeit der Tiefen„wahrnehmung" durch Querdisparation ist nun einmal angesichts der Erfahrung nicht zu zweifeln; daß es aber andererseits eine unmittelbare Wahr-

nehmung von Verschiedenheiten nicht gibt, ist gleichfalls unumstößlich.

Vielleicht haben wir nun einen Fingerzeig für die Richtung, in der die gesuchte Aufklärung zu finden sein mag, darin, daß, wer nicht gerade mit psychologisch-erkenntnistheoretischer Kritik, sondern nur mit offenem Blick für das Tatsächliche an den Fall der Tiefenwahrnehmung durch Querdisparation herantritt (wiewohl auch ihm schon bei geringem Nachdenken und aus raschen Proben einleuchten muß, daß Verschiedenheit *als solche* anschaulich gar nicht zu erfassen, also im eigentlichen Sinne auch nicht der Wahrnehmung zugänglich sein kann, er also in anderem Falle vor der Zumutung, Verschiedenheiten sinnlich wahrzunehmen, vielleicht ganz instinktiv stutzen würde), hier nicht die geringste Schwierigkeit findet, ja geradezu geneigt ist, das, was sich an Tatsachen des Sehens hier darbietet, als etwas durchaus Anschauliches hinzunehmen. Halten wir also fest an der durch die Erfahrung so gut bezeugten Anschaulichkeit der Tiefenauffassung durch Querdisparation und versuchen wir es einmal damit, von der anderen Seite her nachzugeben — nicht etwa, indem wir uns nun plötzlich damit abfinden wollten, daß eine Verschiedenheit sinnlich wahrgenommen würde, sondern — indem wir einfach noch radikaler als Hillebrand, in gewissem Sinne freilich doch auch zurückhaltender, mit der Meinung brechen, daß es gerade die Tiefen*verschiedenheit* sein soll, was durch die Querdisparation unmittelbar zur Auffassung gebracht wird. Und in der Tat, hier scheint die Lösung versteckt zu sein. Freilich gleich von den ersten Anfängen an, da man die Bedeutung der Querdisparation zu erkennen und zu studieren begann, hat man stets nur Tiefenverschiedenheiten mit ihr

in Zusammenhang gebracht und immer nur von Tiefenunterschieden gesprochen. Das ist ja allerdings begreiflich; denn, wie wir sogleich des näheren sehen werden, auf den objektiven Raum bezogen — und das ist es ja, worauf natürlicherweise das Interesse gerichtet ist — ist das, was uns durch die Querdisparation an Vorstellungsinhalten vermittelt wird, nur in seinen Verschiedenheiten als konstant zu fixieren, während es im einzelnen, natürlich wieder nur unter der genannten Voraussetzung, als durchaus unbestimmt bezeichnet werden muß. Das Tiefenverschiedenheitsdatum drängt sich also in der Wirksamkeit der Querdisparation unserer Aufmerksamkeit besonders auf, und so ist es gekommen, daß es nicht nur anfangs, sondern auch heute noch so ziemlich allgemein ist, bei Querdisparation sogleich nur an das Auffassen von Tiefenverschiedenheiten zu denken.

Es steckt aber das bereits angedeutete Mißverständnis dahinter, wenn man die Relativität der Querdisparationstiefendaten auch auf die Inhalte selbst, durch die sie im Bewußtsein zur Geltung kommen, ausdehnt. Und da ist der Punkt, an dem sich alles klärt — klärt noch obendrein in schönster Analogie zur Sachlage bei der Ortswahrnehmung in der ersten und zweiten Dimension.

Eine für das Sehfeld relevante Fixierung eines bestimmten Ortsreizes aus dem zweidimensionalen Gesichtsfelde konnten wir bisher nur geben durch Bezeichnung seiner Lage auf der Netzhaut. Die einem so bestimmten Reiz entsprechende Ortsempfindung konnten wir wieder nur bezeichnen durch den Hinweis auf die eigentümliche, räumlich-charakteristische Qualität ihres Inhaltes. Und daß ein solcher Inhalt, so charakteristisch er in seiner Qualität bestimmt sein mag, trotz seiner Konstanz, des völligen sich Gleich-

bleibens seines Aspektes, je nach Umständen total verschiedene Örter des wirklichen Raumes bedeuten, bald jenem, bald diesem Punkte des wirklichen Raumes zugeordnet sein kann, davon war gleichfalls bereits die Rede, wenn wir es auch noch nicht versucht haben, uns darüber Klarheit zu verschaffen, welche Mittel denn eigentlich dem Subjekte zur Verfügung stehen, wenn es — wodurch ja das Raumsehen für die Praxis des Lebens erst wertvoll und brauchbar wird — mittelst dieser in ihrer objektiven Bedeutung sonach variablen Inhalte dennoch im einzelnen Falle bestimmte wirkliche Raumpunkte zu erfassen vermag.

Ganz analog liegen die Dinge auch bei der Tiefenwahrnehmung durch Querdisparation. Der einzelne Tiefenpunktsreiz ist, soweit er sich für den Sehraum relevant erweist, bestimmt durch die ihm zugehörige Querdisparation. Jedem einzelnen individuell bestimmten Tiefenpunktreize, d. i. also jeder bestimmten Querdisparation, ist eine Empfindung bestimmten Inhaltes zugeordnet, vermöge welches zunächst der immanente Gegenstand einer bestimmten Sehtiefe zum Erfaßtwerden gelangt; verschiedene Querdisparationen ergeben verschiedene solche Empfindungen, deren Inhalte sich qualitativ derart voneinander unterscheiden, daß sie verschiedene Sehtiefenlagen zu erfassen geeignet sind. Wie es also je nach der Lage des Reizes auf einer Netzhaut zu Empfindungen verschiedener Qualität kommt, so auch je nach der Größe seiner Querdisparation zwischen den beiden Netzhäuten; und je nach der Variation der Qualitäten des ersten Falles ergeben sich in der Sehraumvorstellung verschiedene, charakteristische, subjektiv bestimmte Sehfeldpunkte (oder Sehstellen), je nach der Variation der Qualitäten des zweiten Falles verschiedene, charakteristische, subjektiv bestimmte

Sehtiefenlagen, Sehtiefenpunkte. Im ersten Falle fanden wir als subjektiv besonders charakteristisch ausgezeichnet jene Empfindungsqualitäten, die uns die immanenten Gegenstände „Mitte, vertikal darüber, darunter, horizontal rechts, links daneben liegend" etc. zur Vorstellung bringen —; im zweiten Falle gibt es ebenso subjektiv besonders charakteristisch ausgezeichnete Empfindungsqualitäten, nämlich die der Tiefenlage des binokular fixierten (direkt und ohne Querdisparation gesehenen) Punktes, der „Tiefenmitte", wie man analog zur Mitte im Sehfeld oder der Sehsphäre, jedoch in einer gewissen metaphorischen Anwendung des Ausdruckes sagen könnte (metaphorisch, da er nicht jedesmal räumliche Tiefenmitte bezeichnete, weil unter Umständen nichts mehr vor oder nichts mehr hinter ihr zu liegen kommt), des „Kernpunktes", wie der bessere Heringsche Ausdruck lautet; dann die charakteristischen Empfindungsqualitäten, vermöge welcher wir die immanenten Gegenstände des „vor", „hinter" dem Kernpunkt (näher, ferner als der Kernpunkt liegend) erfassen, wobei man sich durch die relative Bezeichnungsweise hier gerade so wenig dazu verleiten lassen darf, das Bezeichnete, die Tiefenlagendaten, für etwas Relatives, und nicht Absolutes, selbständig qualitativ Bestimmtes zu nehmen wie bei den Bezeichnungen „daneben" oder „darüber".

Die Sache steht also so: Der einzelne Tiefenreiz, ins Physiologische übertragen die einzelne Querdisparation, löst eine Empfindung bestimmter Qualität aus, vermöge welcher wir zunächst den immanenten Gegenstand einer bestimmten einzelnen Sehtiefenlage vorstellen. Was wir durch Querdisparation unmittelbar erfassen, ist demnach nicht irgendeine Verschiedenheit, sondern ein absolutes Datum, nämlich das

einer bestimmten Sehtiefe, etwas durchaus Anschauliches, seiner Natur nach durch Wahrnehmung Erfaßbares.

Daß nun mittelst einer und derselben, einer bestimmten Querdisparation zugeordneten Empfindungsqualität je nach weiteren Umständen so ganz verschiedene objektive, wirkliche Raumtiefenlagen zur Wahrnehmungsvorstellung kommen können, das ist nichts weiter als die vollständige Analogie dazu, daß auch die einer einzelnen Netzhautstelle entsprechende Empfindungsqualität sehr verschiedene Punkte der ersten und zweiten Dimension betreffen kann; in letzterem Falle ist es, von den Bewegungen des Kopfes oder gar des ganzen Körpers abgesehen, die Seiten-, Aufwärts- oder Abwärtswendung des Auges, was die Variation in die Beziehung der einen Qualität auf verschiedene wirkliche Raumpunkte hineinbringt, im ersten Falle leistet Analoges die wechselnde Konvergenz. Wie beiderseits das Zusammenwirken der zweierlei Faktoren zu verstehen ist, wird natürlich noch Gegenstand eingehender Erörterung sein müssen.

Damit ist die Sache endlich erledigt. Der Wahrnehmungscharakter der Tiefenauffassung durch Querdisparation, der sich der Erfahrung so deutlich aufdrängt, bleibt anerkannt und von einem Konflikt mit irgendwelchen psychologisch-erkenntnistheoretischen Prinzipien braucht nicht mehr die Rede zu sein. Auch der Vorwurf, der gegen die Lehre von der Tiefenauffassung durch Querdisparation, wenigstens in ihrer Heringschen, der gegenwärtigen am nächsten stehenden Form, seinerzeit von maßgebender Seite, wenn nicht als ausschlaggebend, so doch als sehr gewichtig erhoben und seitdem gerne wiederholt worden ist, erledigt sich damit von selbst. Er beruft sich im wesentlichen darauf, daß sich, wenn

Tiefenverschiedenheiten wirklich durch Querdisparation zur Auffassung gelangen sollen, für jene Punkte, die mit der Querdisparation Null (d. i. mit korrespondierenden Netzhautstellen, vornehmlich mit beiden Netzhautzentren) gesehen werden, der Tiefenabstand, die Tiefe 0 ergeben müßte, der Kernpunkt also sozusagen in der Luft schweben, gar keinen Ort haben dürfte.[81] Es kann hier unerörtert bleiben, inwieweit dieser Einwand etwa gegen die reine Heringsche Theorie der Tiefenwahrnehmung durch Querdisparation zu Recht bestünde. Daß er an unserer, soeben dargelegten Auffassung der Sachlage gar keinen Angriffspunkt mehr findet, wird ohne weiteres einleuchten.

Es sei zum Schluß noch darauf aufmerksam gemacht, daß diese Auffassung bisher nichts weiter ist als rein empirische Beschreibung des Tatsachenverhalts. Wir sagen: Es gibt diese und jene Tiefenempfindungsqualitäten. Querdisparation der einen Größe und Richtung löst Tiefenempfindung von dieser, der anderen Größe und Richtung von jener Qualität aus. Dabei sind wir völlig frei von irgendwelchen hypothetischen Zutaten und unabhängig von jedweder Theorie. Insbesondere haben wir es weder bisher nötig gehabt, noch werden wir später, wenn es sich um die Erklärung handelt, darauf angewiesen sein, uns der durchaus hypothetischen Annahme Herings von den Tiefenwerten der einzelnen Netzhautstellen zu bedienen. Um es kurz zu rekapitulieren, so besagt die übrigens genial erdachte, sowohl nach Erfahrungstreue wie nach Erklärungswert und konzisem, klarem Aufbau heute noch unübertroffene Heringsche Theorie des Raumsehens in ihren Grundzügen folgendes.[82] Jeder Netzhautpunkt besitzt im Sinne spezifischer Energien dreierlei Raumwerte: Den Höhen-, den

Breiten- und den Tiefenwert. Die Reizung jedes Netzhautpunktes ruft demnach dreierlei „Raumgefühle" im Bewußtsein wach: Ein Höhen-, ein Breiten- und ein Tiefengefühl. Korrespondierende Netzhautpunkte haben im allgemeinen gleiche Höhen- und gleiche Breitenwerte, dagegen zwar gleichgroße, aber entgegengesetzte Tiefenwerte. Das Netzhautzentrum hat in jeder der drei Beziehungen den Wert Null; desgleichen jeder Punkt des Inkongruenzmittellängsschnittes den Breitenwert sowie den Tiefenwert Null; jeder Punkt des Inkongruenzmittelquerschnittes den Höhenwert Null. Symmetrisch zum Inkongruenzmittellängsschnitt auf demselben Querschnitte gelegene Netzhautpunkte haben sonach denselben Höhen-, gleichgroßen aber entgegengesetzten Breiten-, und auch denselben Tiefenwert. Wird also ein Gegenstand mit solchen — querdisparaten — Netzhautpunkten gesehen, so kommt der gleiche Tiefenwert der beiden Netzhautstellen deutlich zur Geltung, der Gegenstand erscheint (je nach dem Sinn der Disparation) näher oder ferner als der Kernpunkt, d. i. als jener Punkt, der der Reizung der Netzhautzentren entspricht, und mit welchem in gleicher Entfernung nur solche Punkte erscheinen können, die korrespondierenden Netzhautstellen entsprechen, weil sich bei solchen die gleichgroßen, aber entgegengesetzten Tiefenwerte zu Null kompensieren.

Wir könnten uns ganz ohne Bedenken dieser Theorie anschließen — wollten nur statt von drei „Raumgefühlen" von einer (Orts-)Raumempfindung mit dreifach variabler Qualität, auch diese übrigens nur für binokulares Sehen uneingeschränkt zulassend, sprechen —, wenn sie nicht mehr an Hypothetischem erfände, als uns notwendig scheint. Der natürlich als ein bestimmter gedachte Tiefenwert des einzelnen,

monokularen Netzhautpunktes ist eine Annahme, die zuverlässiger empirischer Verifikation entbehrt. Denn ihr zufolge müßte die Reizung eines beliebigen, exzentrisch gelegenen Netzhautpunktes im monokularen Sehen die Empfindung eines in bestimmtem Maße vor (oder hinter) dem mit dem Netzhautzentrum gesehenen Punkte (dem Kernpunkte) geben; die Reizung des zu ihm korrespondierenden Punktes der anderen Netzhaut im monokularen Sehen die Empfindung eines in gleichem Maße hinter (oder vor) dem Kernpunkte gelegenen Punktes; und zwar dies, wie hinzugefügt werden mag, mit derselben Deutlichkeit und Bestimmtheit, wie sie der Lokalisation nach der ersten und zweiten Dimension auch im monokularen Sehen eignet. Hering[83], nach ihm auch Stumpf[84] haben auch wirklich in diesem Sinne Versuche angestellt, um die monokularen Tiefenwerte als Tatsachen zu erweisen. Die Beweiskraft des Ausfalls dieser Versuche hätte aber gar nicht des Widerspruches eines Helmholtz[85] bedurft, um als unzuverlässig zu erscheinen. Die subtilsten Kautelen und Vorbedingungen müssen erfüllt sein, wenn sich selbst bei günstigster subjektiver Verfassung des dem bestätigenden Ausfall des Versuches innerlich geneigten Experimentators die gewünschte Tiefenlokalisation einstellen soll, auch dann aber nur schwankend, für Augenblicke, durch jedes schwächste Zwischenmoment zu stören; während andere Beobachter, z. B. Helmholtz, den für die Hypothese notwendigen Ausfall des Versuches überhaupt gar nicht erzielen konnten. Man vergleiche damit die greifbare Anschaulichkeit, die Sicherheit, die kaum irgendeinem subjektiven Einfluß auch nur um weniges zugängliche Unverrückbarkeit der Lokalisation nach Breite und Höhe, die Festigkeit des Rechts und Links, Oben, Unten im Sehfelde, und man wird sich ent-

schieden dagegen wehren, den Sachverhalt von hier mit dem von dort als gleichartig zu nehmen, den „Tiefenwert", das monokulare Näher und Ferner für wesentlich dasselbe anzusehen wie Höhen- und Breitenwert. Man bedenke außerdem noch, wie leicht zugänglich subjektiven, zentralen Einflüssen die monokulare Tiefenlokalisation sich uns erwiesen hat, und man wird zugeben müssen, daß das experimentum crucis auf Herings Annahme von Tiefenwerten versagt.

Wir, für unsere vorhin dargelegte Auffassung der disparativen Tiefenwahrnehmung, bedürfen dieser Annahme auch nicht. Wir bleiben zunächst einmal dabei, daß dem monokularen Sehen nur jene — ausführlich besprochene — Qualität der unbestimmten Tiefe, unbestimmt im absoluten wie relativen Sinne, eignet. Dann aber sagen wir, daß sich im binokularen Sehen als Reaktion auf querdisparative Reize Empfindungsqualitäten für bestimmte Tiefe ergeben, bestimmt im gleichen Sinne wie die Lokalisation durch Höhen- und Breitenwerte im Sehfelde — fortwährend in engstem Anschluß an das Zeugnis der Erfahrung; und was die Lehre Herings nun noch voraus zu haben scheint, nämlich daß sie von ihrer Hypothese aus das Werden des binokularen Tiefenwahrnehmungsergebnisses aus dem des monokularen Sehens ableitet und erklärt, freilich, wie wir gesehen haben, nicht stets aufs beste unterstützt durch die Erfahrung, das dürfte uns in späterem Zusammenhange mit Mitteln, die der Erfahrung näher liegen, auch gelingen.

Es braucht nun wohl nicht ausdrücklich betont zu werden, daß mit dem Zweifel an der Hypothese von den monokularen Tiefenwerten nicht im entferntesten ein Angriff auf den reinen Empfindungscharakter der binokularen Tiefenwahrnehmung noch auch auf ihre

ausgesprochene Superiorität gegenüber allen andern Mitteln der Tiefenauffassung verbunden sein soll. Über beide Punkte haben wir uns ja schon nachdrücklichst geäußert. Gleichwohl sei noch zu beiden einiges nachgetragen, zum ersten, um für die weitere theoretische Behandlung Gesichtspunkte und Tatsachen beizubringen, zum zweiten, um ihn noch mehr ins rechte Licht zu stellen.

Zunächst über die Sinnenfälligkeit und Anschaulichkeit des disparativen Tiefensehens. Es wäre freilich Mutwillen, leugnen zu wollen, daß dem Subjekt auch andere Mittel des binokularen wie sogar des monokularen Sehens zur Verfügung stehen, sich über die Tiefenverhältnisse der umgebenden Gegenstände zu unterrichten. Allein sowohl der direkte Augenschein als auch theoretische Überlegung muß jeden davon überzeugen, daß die Tiefenwahrnehmung durch Querdisparation nicht etwa nur das beste unter der Art nach gleichen Mitteln ist, sondern geradezu das Mittel der wirklichen und direkten Tiefenwahrnehmung. Wir werden dies genauer erst auszuführen haben, wenn auch die andern Mittel vorgeführt sein werden. Für jetzt sei nur auf folgende zwei Gesichtspunkte aufmerksam gemacht.

Man hat in jüngster Zeit zum vermeintlichen Beweise gegen die Besonderheit der Tiefenwirkung der Querdisparation gern auf ein neues Instrument hingewiesen, an dessen Leistungen die Querdisparation in keiner Weise Anteil hat, das aber nichtsdestoweniger den gleichen vollen plastischen Eindruck mit flächenhaften bildlichen Darstellungen soll vermitteln können wie diese: Den sogenannten „Verant", auch „Doppelverant" der Firma Zeiß in Jena.[86] Es ist dies ein Stereoskop für einäugiges Sehen oder für Sehen mit korrespondierenden Netzhautstellen. Als Bildtafel

kommt bei diesem Apparat die einfache photographische Aufnahme eines körperlichen Gegenstandes zur Verwendung, oder man kann auch beiden Augen zwei, und zwar genau identische, also parallaxenfreie Photographien darbieten. Der Apparat, der im wesentlichen aus einem Linsensystem besteht, dessen Knotenpunkt mit dem Drehpunkt des Auges zusammenfällt, ist so konstruiert, daß das photographische Bild, natürlich von Parallaxe und Querdisparation abgesehen, dem Auge möglichst unter denselben physiologisch-optischen Verhältnissen gegenübertritt wie das Original. Der Effekt zeigt nun wirklich ganz überraschende Plastik. Wer jedoch in der Lage ist, diese Plastik mit der der Querdisparation, wie sie etwa das Brewstersche oder das Wheatstonesche Stereoskop bietet, unmittelbar zu vergleichen und ihrer Beschaffenheit nach möglichst zu analysieren — wir können uns ins einzelne an dieser Stelle leider nicht weiter einlassen[87] —, dem wird es nicht verborgen bleiben, daß das ursprüngliche Kapital an bestimmter Tiefenwahrnehmung der Querdisparation entstammt und es am Veranten nur unter allerdings optimalen Bedingungen in reproduktiver Phantasie zur Geltung kommt.

Von der Gegenseite her beleuchtet sich die gleiche Tatsache in der bekannten Erfahrung, daß man an flächenhaften Darstellungen von körperlichen Dingen, an Gemälden, Photographien von Landschaften etc. den Eindruck des Räumlichen viel eher gewinnt, wenn man sie nur monokular, als wenn man sie binokular betrachtet. Die Erklärung dafür liegt offenbar darin, daß man bei binokularem Sehen, da alle die einzelnen Bildpunkte auf korrespondierenden Stellen, also mit der Querdisparation Null zur Abbildung gelangen, ganz ausdrücklich die Wahrnehmung des

gleichen und bestimmten Tiefenabstandes aller Bildpunkte, des Flächenhaften hat, wogegen die reproduzierten Vorstellungen der Tiefenunterschiede viel schwerer ankämpfen als gegen den monokularen Eindruck unbestimmter Tiefe.[88]

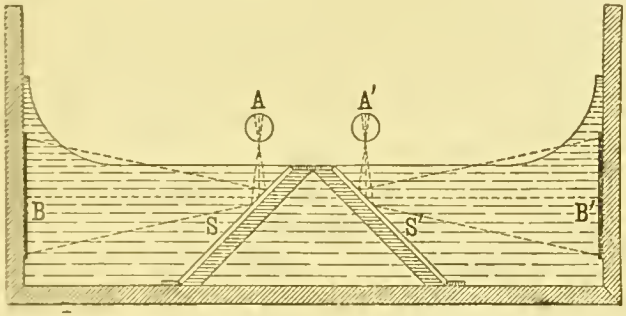

Fig. 9. Spiegelstereoskop nach Wheatstone.
A, A': die beiden Augen.
(Aus Nagels Handbuch der Physiologie, Bd. III.)

Das Aufsehen, das seinerzeit die Entdeckung der Stereoskopie durch Wheatstone (1833, 1838) und andere erregt hat, war also durchaus berechtigt; es galt tatsächlich einer neuen, theoretisch wie späterhin auch praktisch hochbedeutsamen Entdeckung, der Entdeckung zunächst der physikalisch-optischen, dann aber auch der physiologischen Grundlage unserer Tiefenwahrnehmung. Das Stereoskop, sei es nun das Wheatstonesche Spiegel- (Fig. 9) oder das Brewstersche Prismenstereoskop (Fig. 10), ist die anschaulichste und einfachste Anwendung sowohl wie auch Demonstration der Bedeutung, die der binokularen Parallaxe und der auf ihr beruhenden Querdisparation für die Tiefen-

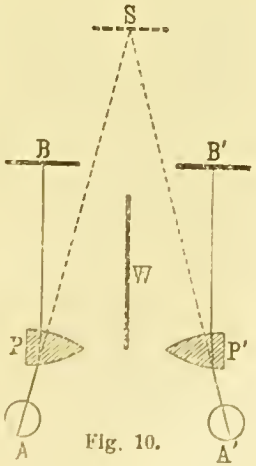

Fig. 10.
Prismenstereoskop
nach Brewster.
A, A': die beiden Augen;
S: Sammelbild;
W: Scheidewand.
(Aus Nagels Hdb. d. Ph., Bd. III.)

wahrnehmung zukommt. Der plastisch zu zeigende Gegenstand ist zweimal abgebildet (B, B'), einmal in der Projektion, wie er sich bei normalem Sehen dem einen Auge darbietet, das zweitemal in der dem andern Auge zugehörigen. Der Apparat legt dann die beiden Bilder durch Spiegel (S, S') oder Prismen (P, P') so übereinander, daß die Netzhautbilder der bei normalem binokularem Sehen parallaxenfrei zur Abbildung gelangenden Bildpunktpaare auf korrespondierende Netzhautstellen zu liegen kommen, während sich dann die übrigen notwendig in querer Disparation abbilden müssen.

So war das Stereoskop von Anfang an der eindringlichste Verkünder der Lehre von der disparativen Tiefenwahrnehmung und hat als solcher stets guten Dienst getan. In neuerer Zeit scheint es jedoch noch eine zweite theoretische Bestimmung erfüllen zu sollen. (Auf seine praktischen Anwendungen und Ausgestaltungen einzugehen, liegt außerhalb der Intentionen dieses Buches.[89]) Es könnte sein, daß es noch dazu beiträgt, dem zweiten von uns bisher behandelten Faktor der binokularen Tiefenwahrnehmung, der seinerzeit eine so große Rolle spielen durfte, nun aber so gut wie ganz zur Seite geschoben ist, der Konvergenz, zu dem gebührenden Rechte zu verhelfen. Schon Wheatstone hat es übrigens in den Dienst der experimentellen Untersuchung des Konvergenzeinflusses gestellt; seinen Versuch, die scheinbare Größe und Entfernung des stereoskopisch gesehenen Gegenstandes durch Verschiebung der Bilder und so durch Wechsel der Konvergenz zu beeinflussen, hatten wir schon zu erwähnen.[90] Nun aber dürfte sich ein neues Stadium dieser Forschung anbahnen. Denn wenn auch die Zusammenhänge, die neuerdings von mancher Seite zwischen Orthostereo-

skopie (d. i. einen richtigen körperlichen Eindruck ergebenden Stereoskopie) und Konvergenzwinkel gefunden worden sind, noch nicht so sehr in Konvergenz- als vielmehr in Disparationsverhältnissen begründet erachtet werden, so hat es doch den Anschein, daß sich von hier aus ein neuer Schritt im Gang der Forschung über „Konvergenz und Tiefenwahrnehmung" vorbereitet.[91] —

Ob ein gegebenes psychisches Gebilde Empfindung ist oder nicht, das ist in erster Linie auf Grund seines psychischen Aspektes, seines Habitus zu entscheiden. Unter diesem Gesichtspunkte konnten wir nicht anders, als auch der Tiefenauffassung durch Querdisparation — wenigstens unter den Vorbehalten, die wir bisher in dieser Sache überhaupt von Anfang an festgehalten haben — den Empfindungscharakter zuzusprechen. Damit muß jedoch noch keineswegs schon jede Diskussion über mehr oder weniger mittelbare Herkunft dieses psychischen Gebildes abgeschnitten sein. Wir werden kaum auf Widerspruch stoßen, wenn wir behaupten, daß alle Empfindungsdispositionen schließlich als Entwicklungsprodukte aufzufassen sind. Auch dafür werden wir auf ziemlich allgemeine Zustimmung rechnen können, daß diese Entwicklung bei Empfindungen sehr weit zurückliegt, so daß es für diese Art der Grundgebilde geradezu charakteristisch ist, sich im Bewußtsein als etwas Unvermitteltes, Spontanes darzustellen und einer genetischen Ableitung oder Erklärung so gut wie unzugänglich zu sein. Dies gilt für die Empfindungen im allgemeinen. Dadurch braucht es jedoch nicht ausgeschlossen zu sein, daß es besondere Fälle gibt, in denen sich die Entwicklung noch in einem verhältnismäßig so frühen Stadium befindet, daß die Zusammenhänge des sich entwickelnden Gebildes mit

seinen gleichfalls noch vorliegenden psychischen Ausgangsgebilden mit größerer oder geringerer Sicherheit teilweise noch erkennbar sind. Es wäre dies kein Anlaß, solchen Gebilden gerade nur aus diesem Grunde den Empfindungscharakter abzusprechen. Doch mag man immerhin mit der Möglichkeit von Gebilden rechnen, die, gleichsam Übergangsformen, noch nicht den ganzen Weg der Entwicklung zurückgelegt haben und daher den Habitus des Endgebildes noch nicht in voller Reinheit ausgeprägt, vielmehr teilweise noch gestört durch Züge haben, die an die Ausgangsgebilde erinnern.

Natürlich geschieht es aus theoretischem Interesse an der disparativen Tiefenwahrnehmung, daß diese Gedanken hier zur Sprache kommen; denn auf diese können sie recht sinngemäße Anwendung finden.[92] Doch fühlen wir uns noch lange nicht genügend ausgerüstet, um sie einem endgültigen Entscheide zuzuführen; wir wünschten aber, daß, was an Erfahrungstatsachen wir nun noch beizufügen gedenken, auch in ihrem Sinne in Betracht gezogen werde.

Da ist zunächst zu referieren über das Verhältnis der Tiefensehschärfe zur Plansehschärfe. Über die Messungen einer jeden der beiden Größen für sich allein haben wir an zugehöriger Stelle bereits berichtet. Nun gälte es, zu untersuchen, wie sich die beiden Größen zueinander verhalten. Dies ist deshalb von Interesse, weil, wenn es sich herausstellt, daß sie verschieden, vielleicht gar von verschiedener Größenordnung sind, es keinem Zweifel unterliegt, daß Plan- und Tiefensehen ursprünglich gegeneinander selbständige Prozesse sind, während, erweisen sie sich als im großen ganzen gleich, dies immerhin als Fingerzeig für innere Verwandtschaft und Zusammengehörigkeit genommen werden kann. Nun

wissen wir ja bereits, daß endgültige Messungen bis heute noch nicht vorliegen; doch läßt sich immerhin schon einiges erkennen, und das wäre: Im groben stimmen Plansehschärfe des einzelnen Auges und Tiefensehschärfe so ziemlich überein[93]; man kommt für beide Größen auf einen Winkel von rund zehn Sekunden. Doch darf nicht übersehen werden, daß dieser Minimalbetrag vom Einzelauge nur unter ganz besonders günstigen Verhältnissen erreicht wird, während er sich im stereoskopischen Sehen fast gänzlich unabhängig von Nebenumständen erweist.

Eine zweite gut hieher passende Frage ist die folgende. Ist die disparative Tiefenwahrnehmung gerade nur an die Querdisparation gebunden, oder kommt nicht auch der Längsdisparation die gleiche spezifische Sinnesenergie zu, nur daß sie wegen der anatomischen Stellung der Augen bloß in Ausnahmsfällen in die Lage kommt, sie zu betätigen? Diese Frage dürfte endgültig entschieden sein; und zwar in negativem Sinne.[94] In gutem Zusammenhang damit steht der Befund, daß die Genauigkeit der Tiefenwahrnehmung von der seitlichen Kopfneigung abhängig ist, näher von dem Winkel, den die Längsschnitte der Augen (beiläufig die Sagittalebene des Kopfes) mit den in verschiedener Tiefe liegenden Vertikalen des Gegenstandes — man denke z. B. an drei vertikale Stäbchen, von denen das eine aus der Ebene der beiden andern heraustritt — bildet. Mit wachsendem Winkel nimmt die Tiefensehschärfe zuerst langsam, schließlich, bis gegen den Drehungswinkel von 90°, sehr stark ab. Stellt man die Stäbchen anfänglich horizontal ein und dreht sie bei immer aufrecht gehaltenem Kopfe allmählich in die vertikale, so macht die Tiefensehschärfe die entgegengesetzte Veränderung durch.[95]

Schließlich sei noch einer hiehergehörigen naheliegenden theoretischen Frage gedacht, die zwar noch nicht ausdrücklich aufgeworfen, geschweige denn bearbeitet worden ist, zu der jedoch von benachbarten Stellen bereits einige Daten beigebracht werden können. Die Frage lautete: Kommt der bestimmte Tiefeneindruck nur durch gleichzeitige Reizung eines auf die beiden Augen verteilten, querdisparaten Netzhautpunktepaares zustande, oder gibt es den gleichen Effekt, wenn identische Reize in gleichem Maße querdifferenten (d. i. auf demselben Querschnitt, aber verschiedenen Längsschnitten) derselben Netzhaut zugeführt werden? Die Frage ist, wie gesagt, in dieser Form, obwohl sie von großem theoretischen Interesse wäre, noch nicht ausdrücklich aufgenommen worden, vielleicht deshalb, weil sie vom Standpunkt der gegenwärtig herrschenden Theorie von vornherein abgetan erscheinen mag. Vielleicht ist das aber doch kein genügend zuverlässiger Gesichtspunkt. Man hat z. B. gefunden, daß das monokulare Sehen bei geschickter Einführung parallaktischer Verschiebungen, wie es heißt, ganz ebenso greifbare anschauliche Tiefeneindrücke, eine gleich vorzügliche Plastik vermittelt wie das binokulare stereoskopische Sehen mit querer Disparation. Es läßt sich dies recht deutlich an der Hand einer Folge von aus verschiedener Richtung gemachten photographischen Aufnahmen einfacher Objekte (z. B. einer Pyramide) veranschaulichen, indem man sie im Stroboskop[96] betrachtet. Von der dabei auftretenden stroboskopischen Bewegung abgesehen, erhält man dabei ganz zwingend auch den Eindruck des Körperlichen.[97] — Weniger nahe liegt an dieser Stelle eine andere Beobachtung, die dadurch zustande kommt, daß durch umgekehrte Verwendung eines binokularen Augenspiegels zwei An-

sichten eines äußeren Gegenstandes von verschiedenen Seiten her einem Auge zugeführt werden. Allerdings bekommt das Auge dabei von jeder der beiden Ansichten nur die Hälfte, und die beiden Hälften grenzen in der Halbierungslinie unmittelbar aneinander; es ist also auch bereits der für den Entfall der Querdisparation durch identische Reizung querdifferenter Punkte zu leistende Ersatz fallen gelassen und nur mehr der darnach noch verbleibende Rest der infolge der Pupillendistanz bei binokularem Sehen auftretenden binokularen Parallaxe auf eine Netzhaut zur Einwirkung gebracht. Der Erfolg soll gleichfalls eine sehr gute Plastik sein.[98]

4. Wenn die Größe der Disparation der beiden Netzhautbilder eines Objektes ein gewisses Maß überschreitet, so ist die notwendige Folge, daß das Objekt im Sehraum des einen Auges an einem anderen Orte erscheint als in dem des andern Auges. Relativ auffallend an der Verschiedenheit der beiden Sehorte ist nur ihre Abweichung voneinander der Höhe und Breite nach, während von einer ursprünglichen Tiefenverschiedenheit in der Regel nichts zu merken ist. Sind die beiden Augen gleichzeitig geöffnet, die beiden monokularen Sehräume (Sehfelder) also zu einem binokularen vereinigt, so erscheint der Gegenstand, unter einer sofort zu besprechenden Voraussetzung, und wiederum, sofern die Disparation groß genug ist, notwendig an zwei Stellen des binokularen Sehfeldes, somit doppelt. Wir sagen, das Objekt erscheint im Doppelbilde, und nennen jedes einzelne der zwei Bilder ein „Halbbild" oder ein „Trugbild". Am deutlichsten treten die Doppelbilder auf, wenn sie möglichst zentral liegen. Fixiert man von zwei in der Medianebene genügend weit hinter-

einander gehaltenen Stäbchen binokular einmal das eine, einmal das andere, so sind die günstigsten Bedingungen geschaffen, um die Doppelbilder, in denen jeweils das andere erscheint, zu bemerken, besonders wenn man diesem noch eine gelinde Bewegung verleiht. Erscheint das entferntere Stäbchen im Doppelbilde, so gehört dem linken Auge das links, dem rechten Auge das rechts liegende Halbbild zu, wie man sich durch abwechselndes Schließen der Augen überzeugen, durch eine einfache Konstruktion leicht verständlich machen kann: „Gleichnamige", „ungekreuzte" Doppelbilder; im entgegengesetzten Falle liegt die Sache umgekehrt: „Ungleichnamige", „gekreuzte" Doppelbilder. Die gleiche Unterscheidung läßt sich auch auf bloße Disparation anwenden, insbesondere auch dann, wenn sie zu gering ist, um wirkliche Doppelbilder zu ergeben.

Nach unseren bisherigen Einsichten muß der Fall eintreten können, daß Doppelbilder in der Empfindung vorhanden sind, ohne daß sie als solche erkannt werden, ohne daß das Subjekt es merkt. Am häufigsten, ja geradezu als Normalfall muß das eintreten, wenn sich die Sache in den seitlichen Partien des Sehfeldes, das bekanntlich der Aufmerksamkeit schwerer zugänglich ist[99], abspielt. Aber auch in den zentralen Partien ist es vor allem dann möglich, wenn die Ortsverschiedenheit der Doppelbilder unter ein gewisses Maß — es muß noch nicht die Grenze der Sehschärfe sein — herabgeht, gar wenn sie sich noch teilweise decken. Sie können dann unter Umständen als Doppelbilder leichter erkannt werden, wenn man sie durch alternierendes Öffnen und Verschließen des einen und des andern Auges abwechselnd allein erscheinen läßt, wobei sie sich durch ein scheinbares Hin- und Herrücken des Objektes ver-

raten. Nur müssen in diesem Falle nicht jedesmal binokular unmerkliche Doppelbilder vorliegen; es kann auch sein, daß sie beim Einsetzen des binokularen Sehens durch den prompt wirkenden Fusionsreflex — eine beim Vorhandensein von zentralen, und in der Aufmerksamkeit zur Geltung kommenden Doppelbildern unwillkürlich einsetzende Augenbewegung, welche die Doppelbilder zu verschmelzen tendiert — sofort zu einem echten binokularen einfachen Bilde zusammengeschoben werden. Auf jeden Fall ist das Bemerken (oder Erkennen) der Doppelbilder einer gewissen Übung zugänglich. —

In jedem Falle des binokularen Sehens, in welchem Doppelbilder dieser Art vorliegen, könnte man auch in einem anderen freilich ganz ungeläufigen Sinne von Doppelbildern sprechen. Es ist ja klar, daß, wenn in dem Sehfelde des einen Auges an einer Stelle ein Gegenstand erscheint, der in dem des andern Auges nicht an der homologen (gleichen, identischen), sondern an einer andern Stelle erscheint, in diesem Sehfelde an der homologen Stelle normalerweise eben etwas anderes erscheinen muß: Also zwei Bilder (Sehdinge) an derselben Stelle des binokularen Sehfeldes. Sieht man die Tatsachen daraufhin an, so gewahrt man leicht, daß sie dieser theoretischen Ableitung nicht ohne weiteres folgen. Wohl kommen zweierlei Gegenstände an den Stellen, wo jedes der Doppelbilder erscheint, zur Abbildung; aber im allgemeinen nicht zugleich, sondern alternierend: es resultiert der sogenannte Wettstreit der Sehfelder, der homologen Sehstellen, wie man vielleicht richtiger sagen sollte. Er besteht im wesentlichen darin, daß die Empfindung der einen Netzhautstelle von der der korrespondierenden des andern Auges in ungleichmäßigem, unruhigem Wechsel bald unterdrückt wird,

bald obsiegen gelassen wird, wobei die Nachbarschaft in ihrem Wechsel der Zugehörigkeit zum gleichen Auge durchaus nicht folgt, so daß es unter Umständen sogar zu einer Art des gegenseitigen sich Durchdringens, Durcheinanderschwankens der Sehdinge kommen kann, zumal auch noch die beiderseitigen Farben sich für Momente halbwegs mischen, dies alles nicht nur in der seitlichen, sondern, höchstens etwas abgeschwächt, auch in den zentralen Partien des Sehfeldes.[100] Das ganze Phänomen ist von der größten theoretischen Bedeutung; doch gilt von ihm so wie von manchem anderen Verwandten, daß wir trotz der glänzenden Leistungen unserer großen Forscher, die eine Zeitlang wohl für den letzten Spruch gehalten worden sein mochten, heute sehen, wie sehr wir noch am Anfang seiner Kenntnis stehen. Findet sich im Sehfelde des einen Auges ein Kontur, so hat er im Wettstreit Prävalenz. Kommt es daher, daß die Empfindung stärker ist, so daß sie die des andern Auges unterdrückt, zeitweilig gar nicht zustande kommen läßt, oder sind beide Empfindungen gleichzeitig stets vorhanden, und nur die Aufmerksamkeit wird vom Kontur kräftiger angezogen? Daß zentrale Momente in irgendeiner Art am Vorgange beteiligt sind, das muß man darin sehen, daß sich der Gang des Wettstreits durch die Aufmerksamkeitsrichtung beeinflussen läßt, besonders, wenn einige Übung darin zu Hilfe kommt. Und daß die Aufmerksamkeit nicht das einzige zentrale Moment ist, wofür dies gilt, scheint sich im (allenfalls so zu nennenden) Wettstreit der Muster zu verraten: Wenn jedem Auge aus Linien der gleichen Farbe auf gleichem Grunde zwei verschiedene Konturenzeichnungen, Muster dargeboten werden, und zwar auch so, daß die Linien sich teilweise auf kurze Strecken decken, so alternieren die

beiden Muster leicht in viel weiterer Ausdehnung als Ganze, als es sonst die Regel zu sein pflegt; wahrscheinlich unter dem Einfluß der an der Arbeit befindlichen Gestaltvorstellungsproduktion. Wir können uns mit alledem nicht eingehender befassen. Es sei nur noch bemerkt, daß, wie man sich durch geeignete Versuche leicht überzeugen kann, bei Ausschluß aller sekundären Lokalisationsmotive der Wettstreit zweier in den sonst dunklen Sehfeldern seitlich erscheinender objektiv gleich weit entfernter Lichtmarken von verschiedener Farbe in der Regel nicht auch von einem Wechsel, am wenigsten einem regelmäßigen Wechsel der scheinbaren Tiefenlage (vor, hinter dem Kernpunkte) begleitet ist.

Wir wollen nun zwei Fragen berühren, die seinerzeit viel und gern diskutiert worden sind; seitdem sich der Gegensatz zwischen Nativismus und Empirismus etwas gemildert hat, allerdings ein wenig in den Hintergrund gerückt sind; wenn es aber einmal zum Entscheidungskampf kommen sollte, doch wiederum eine umstrittene Position abgeben werden. Es sind dies die beiden Fragen: Gibt es Ausnahmsbedingungen, unter denen mit korrespondierenden Punkten doppelt, mit disparaten Punkten einfach gesehen wird?

Wir haben selbst bereits zweier Fälle gedacht, die eine Bejahung der zweiten Teilfrage in sich schließen: Minimalste Disparation gibt immer noch ein einfaches Sehbild, bei einiger Zunahme allerdings bereits verbunden mit Annäherung oder Entfernung nach der Tiefe. Und es scheint, daß man sich demnach auch der längst schon präsentierten Folgerung nicht widersetzen kann, es müsse auch Fälle geben, in denen mit korrespondierenden Punkten doppelt gesehen wird.

Schon dazu ist nun vor allem zu bemerken: Es ist gar nicht ausgemacht, ob die Fälle des Einfachsehens bei minimalster Disparation auch wirkliches und nicht bloß scheinbares Einfachsehen sind, verursacht durch die Grenzen der Erkennbarkeit; ein beim gegenwärtigen Stande des Problemes durchaus gebotener Vorbehalt, der auch dort noch festgehalten werden muß, wo bereits Tiefenunterschiede mit zur Geltung kommen. Hat man sich nun aber auch, der Natur des Kontinuums Rechnung tragend, dazu zu bequemen, zuzugeben, daß eine allerunterste Grenze des Disparationsgrades anerkannt werden muß, innerhalb welcher vermöge des natürlichen Schwankens der Zuordnung zwischen Reiz und Empfindung Lokalisationsgleichheit möglich ist, so anerkennt man damit nichts weiter, als daß man, wie es z. B. Panum getan hat, strenge genommen nicht von korrespondierenden Punkten, sondern von korrespondierenden (wohl aber ineinander übergreifenden) Empfindungskreisen sprechen sollte — was natürlich für den Sinn unserer zwei Fragen gar nichts verschlägt. Außerdem aber muß man im Gebiete der Tatsachenwissenschaften mit Folgerungen einer Tatsache aus — selbst gesicherten — anderen immer sehr vorsichtig sein, da man schon zu oft erfahren konnte, wie die ungeahnte Mannigfaltigkeit des Wirklichen der einfachen und strengen Logik und ihren Schlüssen spottet.

Soviel zum voraus. Was nun die Tatsachenuntersuchung, das einzige hier zuverlässige Forschungsmittel, anlangt, so eignet sich zum Experiment über die zweite Frage für den Anfang aus naheliegenden Gründen am ehesten noch eine Anordnung nach Figur 11. Die beiden Mittelpunkte sind, der linke mit dem linken, der rechte mit dem rechten Auge zu fixieren. Die

äußeren Kreise werden einfach gesehen (auch das ist übrigens bereits bezeichnend); wie jedoch die inneren, deren Radien um geringes verschieden sind? Die Frage wird sich mit diesen einfachen Mitteln end-

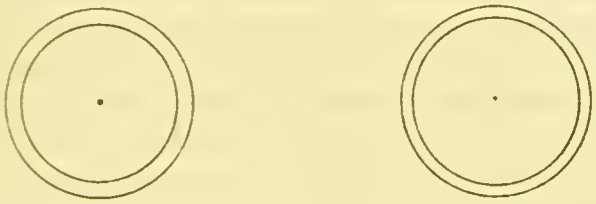

Fig. 11.

gültig kaum entscheiden lassen. Über die weiter zu ergreifenden Maßregeln aber und deren Resultate ist vorläufig nichts beizubringen, was auf Beachtung Anspruch erheben dürfte.

Der am meisten durchgebildete Versuch für die Gegenfrage rührt von Helmholtz her und wurde von

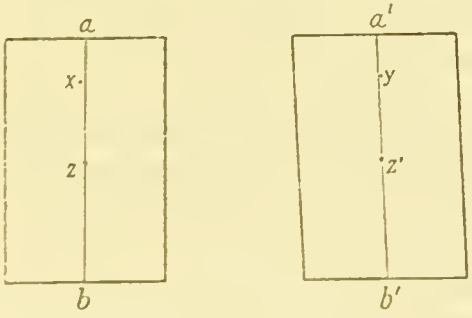

Fig. 12.

diesem für in bejahendem Sinne entscheidend angesehen. Man vereinige stereoskopisch zwei Figuren (Fig. 12), in denen die Geraden a b und a′ b′ so gegeneinander geneigt sind, daß sie nicht mehr auf korrespondierende Meridiane fallen können, in der Art, daß die Punkte z und z′ fixiert aufeinander zu

liegen kommen. Die beiden linken Hälften denke man sich z. B. grün, die beiden rechten rot gefärbt. Ist die Neigung der zwei Grenzlinien nicht zu groß, so werden sie gleichwohl — unter günstigen Umständen — einfach gesehen. Dann muß aber eine im grünen Felde vertikal über z liegende, allerdings nicht weiter markierte Stelle x, die mit einer vertikal über z′ im roten Felde liegenden ebensolchen Stelle y auf korrespondierenden Punkten sich abbildet — nach Helmholtz —, an einem andern Punkte erscheinen als y, da x und y verschiedenfärbige Stellen sind und die im Schramm vereinigte Gerade a b—a′ b′ auch in der Erscheinung die beiden verschieden gefärbten Flächen trennt.

Gegen die Stringenz dieses Versuches ist schon vielerlei eingewendet worden. Ohne auf eine Kritik dieser Einwände eingehen zu können, sei hier nur folgendes hinzugefügt. Daß auf jeden Fall die Geraden a b und a′ b′ einfach vereinigt gesehen werden müßten, entspricht nicht den Tatsachen. Geschieht es aber wirklich, und ist damit die räumliche Auffassung der Figur (eine nach vorne oder rückwärts geneigte Fläche) gegeben, so braucht zunächst nichts weiter als das daraus zu resultieren, was sich — eine an sich ganz selbstverständliche Sache — ergibt, wenn man durch eine z. B. nach vorne geneigte Glasplatte hindurch einen hinter ihr und etwa in der Medianebene liegenden Punkt binokular einfach sieht. Man stelle sich allenfalls auch noch vor, daß die Glasplatte rechts und links von ihrem Schnitt mit der Medianebene verschieden gefärbt ist, grün und rot; so sieht man dann freilich mit korrespondierenden Netzhautstellen zwei verschiedene Punkte des objektiven Raumes, nämlich jene Stelle des roten, und jene des grünen Glases, wo die Richtungslinie des einen und

wo die des andern Auges die Glasplatte passiert; im subjektiven Raume aber liegen die beiden Punkte aufeinander. Es werden dann die Farben auf jeden Fall in Wettstreit miteinander geraten (sofern sie sich nicht mischen, was aber hier an der Sache nichts ändert), ohne räumlich auseinanderzutreten, während einfach und in Ruhe nur der entfernte Punkt selbst erscheint. Dieser Fall auf Helmholtz' Experiment angewendet, in welchem die Punkte x und y die Schnittpunkte der Richtungslinien mit der Glasplatte vertreten, kann logischerweise nichts anderes ergeben, als daß man in diesem Experimente die Punkte x und y in Farbenwettstreit am selben Punkte des Sehraumes zu sehen bekommen müßte. Behandelt man also das Experiment sozusagen als Gedankenexperiment, in welchem das Ergebnis durch logische Abfolge auf Grund anderweitig bekannter Tatsachen gewonnen wird, so beweist es das Gegenteil von dem, was Helmholtz damit beweisen wollte. Soll es aber als richtiges Experiment empirisch durchgeführt werden, so hat es vor anderen Versuchen dieser Art nichts voraus, weil ihm die gleiche Unsicherheit im Unterscheiden zwischen Einfach- und Doppeltsehen anhaftet, wie ihnen allen. Eine Erleichterung wäre es, wenn gestattet würde, die Punkte x und y zu markieren; das aber verbietet die Helmholtzsche Anordnung, und zwar deshalb, weil dann ohne weiteres die beiden Marken deutlich miteinander verschmelzen; es werde durch die beiden Marken das Fusionsbestreben zu sehr provoziert. Dem läßt sich aber ein experimentum crucis entgegenhalten. Man markiere nur einen der beiden Punkte, z. B. den im grünen Feld. Das Fusionsbestreben hat dann keine Handhabe einzugreifen; dennoch erscheint die Stelle des markierten Punktes mit der Farbe der anderen Seite ebenso deutlich im Wettstreit.

Das Helmholtzsche Experiment ist der Gipfel, bis zu welchem die Bearbeitung der Frage mit bejahender Tendenz bisher vorgedrungen ist; es ist aber noch kein Erfolg. Und so dürfte die wahre Sachlage hier sowohl wie für die Gegenfrage vermutungsweise wohl eher der negativen Beantwortung zuzuschieben sein, eine endgültige Entscheidung jedoch für später vorbehalten bleiben müssen.[101] —

Gleichfalls theoretisch von bedeutendem Belange, aber gleichfalls trotz wichtiger und wertvoller neuerer monographischer Bearbeitung[102] noch nicht endgültig erledigt, übrigens in Kürze auch gar nicht zu erschöpfen, ist die Frage nach der Tiefenlokalisation der Doppelbilder. Daß Doppelbilder unter gewissen Umständen, besonders, wenn sie nicht zu weit voneinander entfernt sind, überhaupt der Tiefe nach bestimmt gesehen werden, scheint nach dem heutigen Stande der Forschung nicht mehr zu leugnen zu sein. Auch daß die Tiefenlokalisation innerhalb gewisser Grenzen richtig, wenigstens in Beziehung auf den Kernpunkt richtig, ausfällt, hat man bereits nachweisen zu können geglaubt und es dürfte dies, soweit es sich um Herings Fallversuche[103] handelt, kaum mehr eine Widerlegung zu befürchten haben. Vollständig gesichert ist mindestens das negative Ergebnis, daß die Doppelbilder ihren scheinbaren Ort nicht in der Tiefe des Kernpunktes haben; wohl aber auch nicht in der Tiefe, in der das in Doppelbilder zerfällte Objekt erscheint, wenn es direkt gesehen wird. — Mehr über diesen Gegenstand beizubringen, schiene trotz seiner außerordentlichen Wichtigkeit bei der Labilität der heute vorliegenden Ergebnisse und der Weitläufigkeit des Problemes und seiner Geschichte im Rahmen dieses Buches unangebracht. Nur die Bemerkung sei noch gestattet, daß es gegenwärtig trotz alledem noch

immer nicht als völlig ausgeschlossen erscheint, daß die Doppelbilder der unmittelbaren, ursprünglichen, durch Erfahrung noch unbeeinflußten Empfindung nach unbestimmte Tiefe (in dem von uns oben festgehaltenen Sinne) haben. —

Es kann übrigens immerhin mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß die Halbbilder in ihren unbewußten Empfindungsprozessen Merkmale enthalten, die in dem einzelnen Halbbilde als solchem bewußt nicht zur Geltung kommen, für ihr Zusammenwirken aber, besonders in dem Dienste der Tiefenwahrnehmung, durchaus nicht gleichgültig sind. Es gibt gewisse Beobachtungen, die auf eine solche Auffassung hinzudrängen scheinen. Ergeben zwei passende Figuren in stereoskopischer Vereinigung und bei bestimmter Verteilung auf die beiden Augen, z. B. den Einblick in einen Hohlkörper, eine Pyramide etwa, so ergeben dieselben Figuren, wenn man rechts und links vertauscht, zwar wieder denselben Körper, eine Pyramide, aber von außen gegen die Spitze gesehen; zwei photographische Aufnahmen, die in der einen Anordnung eine Gemme zeigen, zeigen in der entgegengesetzten eine Kamee, und zwar mit unfehlbarer, zwingender Bestimmtheit. Man hat daraus gefolgert, daß das „Subjekt" (oder gar „die Augen") das Bild des rechten Auges von dem des linken „unterscheiden können" müsse, und weiter deshalb gemeint, daß die beiden Halbbilder in irgend etwas verschieden sein, irgendwelche dem einen und dem andern Auge eigentümliche Merkmale besitzen müßten. Diese Schlußfolgerung hatte wenigstens das eine günstige Ergebnis, daß sie zum genauen Studium eines nicht unwichtigen Problemes neue Anregung gab, nämlich der Frage, ob und wodurch sich etwa die beiden Halbbilder desselben Gegenstandes, von den par-

allaktischen Verschiebungen und anderen objektiv bedingten Momenten abgesehen, voneinander unterscheiden. Die Folgerung ist nämlich, was kaum noch je bedacht worden zu sein scheint, an sich unrichtig. Daraus, daß Halbbilder bei Umkehrung der Verteilung auf die beiden Augen in der stereoskopischen Vereinigung das entgegengesetzte Relief ergeben, folgt mit nichten, daß die beiden Halbbilder selbst sich irgendwie voneinander, je nach ihrer Zugehörigkeit zu dem einen oder dem andern Auge, unterscheiden müssen, noch weniger, daß das Subjekt erst auf Grund der Erkenntnis dieser Unterschiede und der allfälligen Zuweisung des einen Halbbildes an das eine, des anderen an das andere Auge sich bald die Vorstellung eines solchen, bald die eines entgegengesetzten Reliefs bildete. Die anschauliche (Wahrnehmungs-)Vorstellung des so oder so gestalteten Reliefs tritt nicht auf Grund einer wie immer gearteten Überlegung ein; es würden sonst oft genug Irrtümer passieren, und im Bewußtsein findet sich nicht die leiseste Spur einer darauf gerichteten psychischen Arbeit. Soll es aber eine sogenannte „unbewußte Überlegung" sein, dann brauchen wir Verschiedenheiten der im Bewußtsein vorhandenen beiden Halbbilder gar nicht mehr — allerdings die psychologisch etwas anrüchigen unbewußten „Überlegungen" auch nicht. Dann verhält sich die Sache psychologisch einfach so, daß die (unbewußten) Empfindungsprozesse in der einen Zusammenordnung ein anderes Empfindungsergebnis haben als in der entgegengesetzten — eine Auffassung, die zum Aspekt der Sache jedenfalls besser paßt, als wenn man die Reliefvorstellung als Ergebnis einer Überlegung hinstellt. — Was nun aber die Frage selbst anlangt, so scheint sie auf Grund sorgfältiger und eingehender Untersuchung nunmehr endlich in

negativem Sinne beantwortet zu sein. Schon Helmholtz hatte übrigens die Meinung vertreten, daß wir beim binokularen Sehen normalerweise kein bestimmtes Urteil darüber haben, welchem Auge das eine, welchem das andere Bild zugehört. Seine Meinung ist neuerdings bestätigt und ergänzt worden. Die Gesichtsempfindungen als solche entbehren jedes wie immer gearteten Merkmales, das dem jeweils funktionierenden Auge im Gegensatz zum andern Auge eigentümlich wäre; es gibt an der normalen Gesichtsempfindung kein Merkzeichen, das der Zugehörigkeit der Empfindung zum einen oder zum andern Auge entspränge und das es also ermöglichte, diese Zugehörigkeit aus der Gesichtsempfindung heraus zu erkennen. Begleitende Organempfindungen jedoch, die unter gewissen Umständen auftreten und deren Verbindung mit dem einen oder andern Auge durch Beobachtung und Erfahrung nach und nach erkundschaftet wird, können ein indirektes Kriterium abgeben. Ist die Beleuchtung der beiden Netzhäute bei binokularem Sehen annähernd die gleiche, so sind die Empfindungen der beiden Augen nicht zu unterscheiden, auch wenn die beiderseitigen Sehdinge ganz verschieden sind. Wenn aber eines der beiden Augen vom Schakte ausgeschlossen oder in seiner Funktion sonst irgendwie beeinträchtigt wird, so entsteht häufig vor allem ein sogenanntes „Abblendungsgefühl", das bei einiger Übung die richtige Zuweisung zum einen oder andern Auge ermöglicht — ein Ergebnis, das die jüngeren Untersuchungen dieses Gegenstandes übereinstimmend bringen, während über andere, mehr oder weniger verwandte, wohl aber auch nebensächlichere Punkte derzeit noch Meinungsverschiedenheiten bestehen.[104] Jedenfalls ersieht man daraus das eine, daß es nicht die auf Grund der Daten des Be-

wußtseins selbst etwa erfolgende Zuordnung einer jeden der beiden Empfindungen zum Ursprungsauge ist, wonach sich das Erfassen des Reliefs und dessen Umkehrung bei Vertauschen der beiden Stereoskopbilder richtet. —

5. Eine Aufgabe, die seinerzeit mit vielem Interesse behandelt worden ist, gegenwärtig jedoch mit Recht etwas in den Hintergrund geschoben erscheint, betrifft die Ermittelung des Horopters.

Der Horopter läßt sich in zweierlei Sinne definieren. Entweder setzt man die Lage der korrespondierenden Punkte auf den beiden Netzhäuten als gegeben voraus und versteht dann unter Horopter den geometrischen Ort aller Punkte des wirklichen Raumes, deren Netzhautbilder bei gegebener Augenstellung auf korrespondierende Netzhautpunkte zu liegen kommen. Oder man nimmt ihn als den Inbegriff der Punkte des wirklichen Raumes, die bei gegebener Augenstellung einfach gesehen werden.

Die beiden Definitionen könnten aufs erste für identisch gehalten werden. Sie wären es auch, wenn das ideale Schema der Netzhautkorrespondenz in der Wirklichkeit des Sehens unbeeinträchtigt zur Geltung käme. Das ist aber, wie wir nunmehr wissen, nicht der Fall. Einfach- und Doppeltsehen sind nicht so haarscharf voneinander geschieden, wie es nach der ursprünglichen Definition der korrespondierenden Punkte und nach dem Gegensatz „korrespondierend — nicht korrespondierend" der Fall sein sollte. Außerdem liegt in der Bestimmung der totalen Netzhautkorrespondenz stets ein gewisser schematisierender Zug, indem man dabei gezwungen ist, ein an wenigen Netzhautpunkten vorgefundenes Gesetz geometrisch auf die Gesamtheit der übrigen Punkte zu

übertragen. So wird die Bestimmung des Horopters, wenn man von der ersten der beiden Definitionen ausgeht, zu einem, übrigens verhältnismäßig einfachen, rein geometrischen Problem, das weder in seinen Voraussetzungen noch in seinem Ergebnis für die Psychophysik des Sehens von besonderem Belange ist. Man hat denn auch für den Horopter in diesem Sinne den ganz bezeichnenden Ausdruck „mathematischer Horopter" zur Verfügung.

Im Gegensatz dazu spricht man von einem „empirischen Horopter", wenn man die Bedeutung der zweiten Definition im Auge hat. Ihn zu bestimmen wäre eine durchaus empirische Aufgabe, indem man, etwa geleitet durch den mathematischen Horopter, lediglich die Punkte des wirklichen Raumes aufzusuchen hätte, die binokular einfach gesehen werden. Der vollständigen Durchführung dieser Aufgabe stehen jedoch die bereits mehrfach berührten praktischen Schwierigkeiten entgegen, so daß sie sich bei dem geringen Interesse, das sie im allgemeinen bietet, kaum lohnen würde.

Aus diesen und verwandten Ursachen erklären sich nun auch die sonst befremdlichen Diskrepanzen, die sich zwischen dem uns wohlbekannten mathematischen und den Bruchstücken des empirischen Horopters, wie wir sie in der Praxis des Sehens kennen lernen, vorfinden. Diese Diskrepanzen fallen sofort auf, wenn man sich einige Gestaltungen des mathematischen Horopters auch nur flüchtig vergegenwärtigt.

Bei symmetrischer Parallelstellung der Gesichtslinien ergibt sich unter der Voraussetzung, daß die Netzhautinkongruenz = 0 ist, als mathematischer Horopter eine unendlich entfernte, zu den Gesichtslinien senkrechte Ebene; im gewöhnlichen Falle des

Vorhandenseins einer Netzhautinkongruenz eine unterhalb der Blickebene (der Ebene der beiden Blicklinien) in mäßiger Entfernung (1—2 Meter) liegende, zu dieser parallele Ebene. Bei symmetrischer Konvergenz der Gesichtslinien dagegen besteht er — im ersten Falle — aus der durch den binokularen Fixationspunkt und die beiden (reduzierten) Knotenpunkte bestimmten Kreislinie (Müllerscher Horopterkreis) und aus der auf der Ebene dieses Kreises im Fixationspunkt senkrecht stehenden Geraden; im zweiten Falle aus demselben Kreise und einer durch den Fixationspunkt gehenden, in der Medianebene liegenden, vom Beschauer mit dem oberen Ende weggeneigten, schiefen Geraden.

Die Ermittelung dieser Horopterfälle geschieht am leichtesten, indem man sie sich in zwei Teilaufgaben zerlegt. Man bestimmt den „Längshoropter" für sich, den „Querhoropter" für sich und hat den Totalhoropter in den diesen beiden gemeinsamen Raumgebilden gegeben. Der Längshoropter (oder Vertikalhoropter) ist nämlich die Gesamtheit der Punkte des wirklichen Raumes, die sich auf korrespondierenden Längsschnitten abbilden, deren Bilder also nur Längs- nicht aber Querdisparation haben können; man findet ihn durch Aufsuchen der Schnittlinien je eines Paares einander korrespondierender Längsschnitte. Ganz Analoges gilt für den Quer- (oder Horizontal-) horopter. Das diesen beiden „Partial"- oder „Linien"-horoptern gemeinsame Raumgebilde muß dann den „Total"- oder „Punkt"-horopter, oder den Horopter schlechtweg geben. —

Die oben angegebenen Gestaltungen des mathematischen Horopters gelten übrigens nur bei einer noch weitergehenden Schematisierung der Netzhautkorrespondenz, als wir sie bei der Behandlung dieses

Gegenstandes vorgenommen haben; nämlich nur unter der Voraussetzung, daß die unsymmetrische Zunahme der Breitenwerte auf der Schläfen- und Nasenseite der beiden Netzhäute vernachlässigt wird. Zieht man sie in Rücksicht, so tritt an Stelle des Müllerschen Horopterkreises eine andere, sofort näher zu charakterisierende Kurve, wie sich dies an den folgenden Figuren (Figg. 13—16) anschaulich erkennen läßt.

In Figur 13 bleiben wir zunächst noch bei der vereinfachten Annahme der völligen Symmetrie der Breitenwerte. Es müssen danach, ist P der binokulare Fixationspunkt, p das Netzhautzentrum des einen, p′ das des andern Auges, wenn M ein mit korrespondierenden Netzhautstellen gesehener Punkt sein soll, die Winkel mkp und m′k′p′ einander gleich sein. Der geometrische Ort aller Punkte M ist dann, wie eine einfache geometrische Überlegung lehrt, der durch Pkk′ bestimmte Kreis.

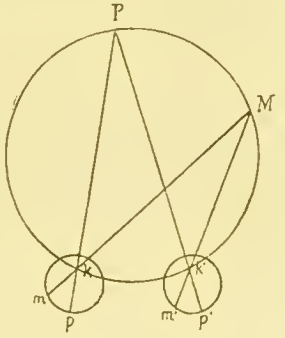

Fig. 13.

Liegt nun aber Asymmetrie in der Verteilung der Breitenwerte vor, so muß, wenn wiederum M und M_1 (Figg. 14—16) mit korrespondierenden Netzhautstellen gesehene seitliche Punkte sein sollen, immer das nasal gelegene Netzhautbildchen (m und m'_1) von den Netzhautzentren entfernter liegen als das temporal gelegene (m_1 und m′), daher der Winkel mkp größer als m′k′p′, ferner ebenso $m'_1k'p'$ größer als m_1kp sein. Konstruiert man sich darnach die Kurve MPM_1, das ist die Horopterkurve dieses Falles, so erhält man je nach dem Abstand des Punktes P von der Basallinie Verschiedenes: Bei kleinen Ab-

ständen (Fig. 14) eine gegen den Beschauer konkave Kurve, die aber flacher ist als der Müllersche Horopterkreis, mit wachsender Entfernung noch immer flacher wird, in einer gewissen Distanz in eine Gerade übergeht (Fig. 15) und darüber hinaus zu einer gegen den Beschauer konvexen Kurve sich umbiegt (Fig. 16).

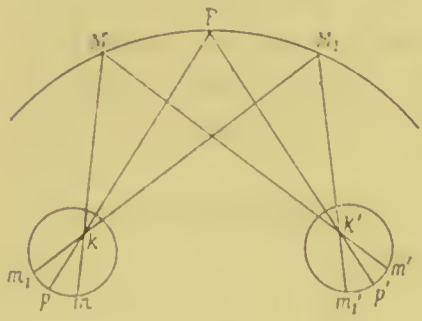

Fig. 14.

Diese nicht unwesentliche Korrektur der ursprünglichen Ableitung verdanken wir bereits eingehenderer Berücksichtigung der empirischen Verhältnisse. Um dies richtig verstehen zu können, müssen wir nun wieder einmal den subjektiven Tatbeständen, den Ver-

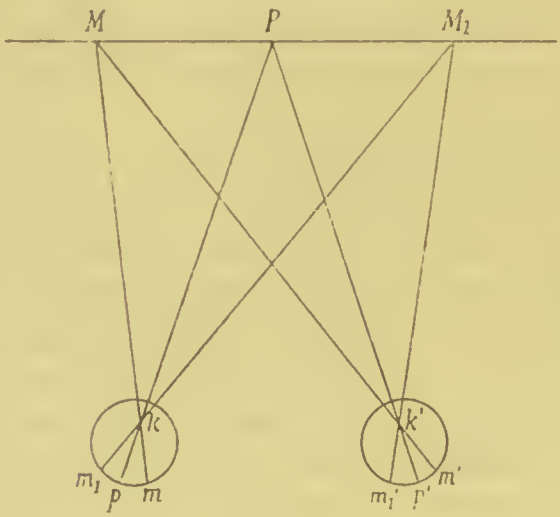

Fig. 15.

teilungen im Sehraum, unsere Aufmerksamkeit schenken.

Wir wissen schon, daß die Punkte des wirklichen Raumes, die sich in nicht zu großer Quer-

disparation auf der Doppelnetzhaut abbilden, je nach der Richtung der Querdisparation etwas näher oder entfernter im Sehraum erscheinen als der Kernpunkt, d. i. der Punkt des Sehraumes, an welchem der binokulare Fixationspunkt erscheint. Damit ist zugleich gesagt, daß alle Punkte des wirklichen Raumes, die mit korrespondierenden Netzhautstellen oder we-

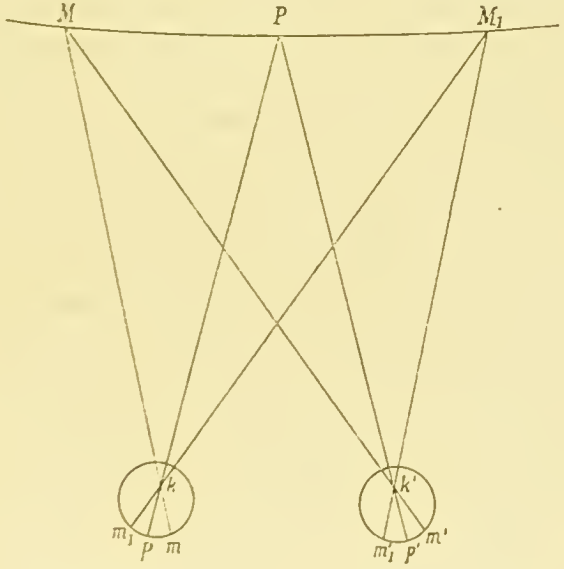

Fig. 16.

nigstens ohne quere Disparation gesehen werden, in gleicher Entfernung mit dem Kernpunkte erscheinen; oder anders ausgedrückt, der Längshoropter erscheint im Sehraum als eine in der Entfernung des Kernpunktes zur Frontalebene des Beschauers parallele Ebene, die Kernfläche (nach Hering).

Man hat nun übereinstimmend folgende Beobachtung gemacht. Es sind mindestens drei vertikal, und zwar so aufgehängte Kokonfäden gegeben, daß ihre oberen und unteren Enden, sowie alle sonstigen

Gegenstände mit Ausnahme eines entfernten, gleichfarbigen Schirmes, auf dem sich die Fäden projizieren, dem Anblick der Versuchsperson entzogen sind. „Stellt man nun die beiden seitlichen Fäden so, daß sie gleichen Abstand von der Frontalebene haben (und überdies — worauf es hier weniger ankommt — auch von der Medianebene gleich weit entfernt sind) und versucht bei fortwährend symmetrischer Konvergenz den Mittelfaden so zu stellen, daß er in der Ebene der Seitenfäden erscheint, so zeigt sich, daß er in Wirklichkeit hinter der Ebene der Seitenfäden zu liegen kommt, wenn das Fadensystem dem Auge des Beobachters sehr nahe liegt, und zwar um so weiter hinter der Ebene, je näher es ihm liegt. Macht man den analogen Versuch mit einem ferner gelegenen Fadensystem, also z. B. bei einer Distanz von 2 m (wobei natürlich entsprechend dickere Fäden benützt werden müssen), so muß der Mittelfaden, um in der Ebene der Seitenfäden zu erscheinen, in Wirklichkeit dem Beobachter näher stehen. Die Fläche, in der die Fäden liegen, muß also in ersterem Falle in Wirklichkeit gegen den Beobachter konkav sein, im letzteren Falle konvex. Kehrt man den Versuch um, indem man die Fäden tatsächlich in eine Ebene bringt, so erscheinen sie, in der Nähe gesehen, in einer konvexen Fläche, aus der Ferne in einer konkaven. In einem gewissen Distanzintervalle erscheinen die Fäden in einer Ebene, wenn sie wirklich in einer Ebene liegen."[105]

Diese Beobachtung, die tatsächlich leicht nachzuprüfen ist, hat nun zu einer der wichtigsten Bereicherungen unserer Kenntnis von der Psychophysiologie der Raumwahrnehmung Anlaß gegeben, nicht durch ihren Inhalt selber, sondern durch dessen theoretische Interpretation. Helmholtz[106] glaubte nämlich, in ihr

einen neuerlichen Beweis von der Labilität der Raumwerte der Netzhautstellen und von der Notwendigkeit der beständigen erfahrungsmäßigen Ausdeutung der Lokalzeichen erblicken zu können und hielt sie für eine Art Täuschung, beruhend teils auf falscher Schätzung der Entfernung der Fäden, teils auf dem Mangel jeder Längsdisparation; würde Vorsorge getroffen, daß das Fadensystem richtig lokalisiert wird, so würde es auch in seiner richtigen Gestalt gesehen. — Demgegenüber konnte Hillebrand[107] in sehr eingehender experimenteller Untersuchung zeigen, daß 1. die Längsdisparation ohnehin ohne jeden Einfluß auf die Tiefenlokalisation ist, und 2. daß auch die scheinbare Entfernung der Kernfläche auf die disparative (relative) Tiefenlokalisation keinen Einfluß ausübt. Auf das Einzelne seiner Versuchsanordnung kann hier nicht weiter eingegangen werden. Damit war der Beweis erbracht, daß Helmholtz' Auffassung der in Rede stehenden Beobachtung irrig ist und die scheinbare Gestalt der Fadenebene lediglich auf dem unmittelbaren, empfindungsmäßigen disparativen Tiefeneindruck beruht, oder vorsichtiger, daß zu ihrer Erklärung keine weitere als diese einfachste, noch dazu allgemeinst anwendbare Annahme erforderlich ist. Zugleich erhielt auch Herings hypothetische Annahme, daß die Kernfläche stets eine Ebene (im Sehraum) sei, eine mächtige Stütze, und die Asymmetrie der Breitenwerte auf der Netzhaut, mit deren Hilfe die ganze nativistische Auffassungsweise des vorliegenden Falles ermöglicht war, schien ziemlich endgültig erwiesen. —

Wir haben in dieser so fruchtbar gewordenen Kontroverse und ihrer Entscheidung ein schönes Beispiel dafür, wie experimentelle Spezialuntersuchung auch noch an dem gegenwärtig etwas vernachlässigten

Horopterproblem für die Psychophysiologie der Raumwahrnehmung höchst nutzbar werden kann. Ein weiteres, gleichfalls hierhergehöriges Beispiel stellt eine Untersuchung Tschermaks und Kíribuchis[108] dar, denen es gelungen zu sein scheint, nachzuweisen, daß die Gestalt des Längshoropters für eine gegebene Augenstellung nicht durchaus konstant, sondern — eine ganz unerwartete Sache, jedoch für die Theorie von allergrößter Tragweite —, von der Dauer des Disparationsreizes abhängig ist. Sie konnten einen „Lothoropter" (für dauernd sichtbare, hängende Fäden), einen „Fallhoropter" (für herabfallende kleine Kugeln) und einen „Momentanhoropter" (für Momentanreize) unterscheiden und fanden, daß der Fallhoropter durchschnittlich zwischen dem Lothoropter und dem Müllerschen Horopterkreis liegt, der Momentanhoropter sogar noch etwas stärker gekrümmt ist als der Horopterkreis. Der Befund ist gewiß wieder von Bedeutung für die Charakteristik des Wesens und der Genese der disparativen Tiefenwahrnehmung.

c. Die Raumwahrnehmung unter der Mithilfe von Bewegungen des Auges.

1. Wir haben in unseren bisherigen Ausführungen die Raumwahrnehmung des Auges stets unter einer einschränkenden Bedingung gehalten: Ausschluß jeder Bewegung des Auges. Wir haben damit in methodischem Interesse einen Vorgang beobachtet, der, wenn ihm die Ergänzung versagt bleibt, möglicherweise ein sehr unvollständiges, vielleicht sogar geradezu falsches Bild vom Gegenstande unserer Untersuchung zu geben geeignet ist. Wir sagen hier nicht ohne Grund „möglicherweise" und „vielleicht". Denn von vornherein ausgemacht ist es ja nicht, was wir behaupteten. Die Lehre von den Gehörs-, ja selbst die von den

Farbenempfindungen nimmt bekanntlich keinen Anlaß, sich um die Bewegungen des Organes, seien es bloß durch Bewegungen des Kopfes vermittelte, seien es die Bewegungen des Organes selbst, die uns nun hauptsächlich interessieren werden, zu kümmern; und so könnten es solche Analogien nahelegen, auch hier nicht weiter daran zu denken. Aber es ist doch schon dem außerwissenschaftlichen Denken eine zu geläufige Sache, daß die — man möchte fast sagen — beständigen Augenbewegungen für die Raumwahrnehmung eine besondere Bedeutung haben; und was die Lehren der Wissenschaft über diesen Punkt anlangt, so scheinen sie sich allerdings gerade jetzt in einem nicht unwesentlichen Wandel zu befinden[109], der nach einer Mindereinschätzung der Rolle des Augenbewegungsvorganges tendiert, der aber doch noch weit davon entfernt ist, ihr auch nur die wesentliche Bedeutung ganz abzusprechen.

Vermöge der genügend auffallenden Tatsache, daß das ruhende Auge nur von einem verhältnismäßig kleinen, zentralen Teile des ihm auf einmal zugänglichen Raumes eine deutliche Anschauung vermittelt, liegt es ziemlich nahe, die Bedeutung der Augenbewegungen darin zu sehen, daß sie beim Betrachten eines äußeren Objektes die Stelle des deutlichsten Sehens nach und nach über alle Teile des Objektes, hauptsächlich über seine Konturen, hinwegführen und durch diese Bewegung, ähnlich wie es beim Abtasten einer Gestalt mittelst der Finger geschieht, die Gestalt zum Erfaßtwerden bringen. Diese Auffassung hat die Entwicklung der Lehre von den Augenbewegungen tatsächlich lange Zeit und zu einem großen Teile beherrscht. Sie brachte es mit sich, daß man sich vielfach gewöhnte, das Formensehen in seinen Eigentümlichkeiten als durch die Gesetze der

Augenbewegungen bedingt zu nehmen und in dem Sehen mit bewegtem Auge die eigentlich ursprüngliche, leistungsfähige und natürliche Art des Sehens zu erblicken.

Diese Anschauungen sind durch neuere Forschungen zu einschneidenden Zugeständnissen gezwungen worden. Es soll vorläufig nicht davon die Rede sein, daß das Erfassen von Gestalten nunmehr als psychischer Prozeß ganz eigener Art erkannt ist, der sich in Augenbewegungen und seinen nächsten psychischen Korrelaten nicht erschöpfen läßt, auch davon nicht, — dem Grundproblem dieser Auffassungsweise —, wie denn die notwendige Brücke zu schlagen ist von den durch die Bewegungen der Augen zunächst allein zustande kommenden kinästhetischen (Bewegungs-, Muskel-)Empfindungen zu den einzelnen Ortsempfindungen (oder Vorstellungen), die doch in jeder Gestaltvorstellung unweigerlich enthalten sind. Doch daran muß erinnert werden, daß, wie wir nunmehr wissen, das eigentliche Sehen normalerweise nicht mit dem bewegten, sondern mit dem ruhenden Auge, nicht in der Bewegungs-, sondern in der Ruhephase erfolgt. Dies gilt so weit, daß man geradezu sagen kann, wir sehen, solange das Auge sich bewegt, überhaupt gar nicht, zum mindesten nicht deutlich. Das folgt vor allem aus der durchschnittlichen Geschwindigkeit der Blickbewegung, die viel zu groß ist[110], als daß es bei der relativen Trägheit der Funktion des Lichtsinnes dabei zu etwas anderem kommen könnte als zu einem vollständigen sich Vermischen und Verwischen der Lichteindrücke während der Bewegung, ein Erfolg, der sich an künstlicher Umkehrung des Vorganges, gleich rasche Bewegung des Objektes bei ruhendem Auge, hat nachprüfen lassen[111]; dies hat man insbesondere deutlich an den

Bewegungen des Auges, wie sie beim Lesen regelmäßig sich vollziehen, erkennen können. Ja man ist bereits so weit gegangen, zu behaupten, daß während der Bewegungsphase des Bulbus das Sehen schon durch vorübergehende zentrale Anästhesie der gänzlichen Ausschaltung verfalle.[112]

Das „Abtasten" der Raumgestalt mit der Stelle des deutlichsten Sehens ist es also gewiß nicht, was den Augenbewegungen irgendwelche Wichtigkeit verleihen könnte. Wenn wir trotzdem bei der Raumwahrnehmung des Auges im Gegensatz zur Sinnesfunktion auf anderen Empfindungsgebieten der Bewegung des Organes eine besondere Bedeutung beimessen, so muß das in anderen Momenten seine Ursache haben. Diese anderen Momente werden nun gerade durch die Analogie mit den anderen Sinnesgebieten in das richtige Licht gerückt. Während nämlich in allen andern Sinnesgebieten die Bewegung zum Reiz in keiner irgendwie gearteten inneren Beziehung steht, liegt es in der Natur der Sache, daß bei der Raumwahrnehmung des Auges durch die Bewegung des Organes neue Reizgebiete erschlossen werden. So naheliegend und nichtssagend diese Behauptung sich nun auch ausnehmen mag, so gibt sie doch, solange man sich vorläufig noch von Hypothesen ferne hält und nur das gegenwärtig bekannte Tatsachenmaterial berücksichtigt, die zureichende Charakteristik der Rolle, die den Augenbewegungen in der visuellen Raumwahrnehmung zukommt.

Hat man dies einmal erkannt, so ist es immerhin von einigem Interesse, auch das Ausmaß der Erweiterung kennen zu lernen, die der dem Auge zugängliche Gesichtsraum durch die Bewegungen des Auges erfährt. Dabei ist es nicht ganz wertlos, einen Moment bei der Bemerkung zu verweilen, daß diese

Erweiterung nur der Höhen- und der Breitendimension zugute kommt, nicht auch der Tiefe. Obwohl nämlich die Augenbewegungen auch für die Gestaltung des Sehraumes nach der Sehtiefe nicht ganz belanglos sind, indem die wechselnde Konvergenz in einer, wenn auch nur losen Beziehung zur Lage des Kernpunktes steht, so hat doch das bewegte Organ vor dem ruhenden an Reizweite nach der dritten Dimension gar nichts voraus, ein Umstand, der immerhin etwas beizutragen vermag zur Charakteristik des Verhältnisses von Tiefenwahrnehmung zur Wahrnehmung nach Höhen- und Breitenausdehnung.

Wenn wir uns nun, wie wir es für das folgende festhalten wollen, auf die selbständigen Bewegungen der Augen bei ruhendem Kopf und Körper beschränken wollen, so können wir, unbeschadet der individuellen Schwankungen, die Ausweitung des ruhenden Gesichtsfeldes zu dem des bewegten Auges — es besteht kein eigener Terminus dafür, denn unter Blickfeld pflegt man den Ausschnitt einer zur Primärstellung der Blicklinie senkrechten Ebene zu verstehen, den der Fixationspunkt des bewegten Auges zu durchmessen vermag — in Winkelgraden angeben. Gemessen wurde diese Ausweitung allerdings an den Exkursionen des Fixationspunktes; aber es ist klar, daß mit der Verschiebung des Fixationspunktes eine gleichgroße, gleichsinnige Verschiebung der Grenze des Gesichtsfeldes Hand in Hand geht, von den meist geringfügigen Modifikationen etwa abgesehen, die dieser Parallelismus durch den bei den verschiedenen Augenstellungen verschiedenen Einfluß der dem Auge benachbarten Gesichtsteile erfährt. Dies vorausgeschickt, können wir nunmehr, die Ergebnisse mehrerer Forscher[113] zusammenfassend, notieren:

Elongation der Bewegung nach oben zirka 30—45°
„ „ „ „ unten „ 40—60°
„ „ „ „ innen „ 40—50°
„ „ „ „ außen „ 35—50°.

Vergleichen wir diese Zahlen mit denen, die wir für die Ausdehnung des ruhenden Gesichtsfeldes zu verzeichnen hatten, so zeigt sich, daß die Blickbewegung bei feststehendem Kopfe nach keiner Richtung über die Grenzen des ruhenden Gesichtsfeldes der Ausgangsstellung hinausgreifen, im günstigsten Falle, d. i. von der Primärstellung aus, sie höchstens gegen innen und unten erreichen kann; ein Umstand, der für die Psychophysiologie der Blickbewegungen vielleicht nicht ganz ohne Bedeutung ist.

Noch ausgesprochener gilt dieses Zurückbleiben der Blickfeld- gegen die Gesichtsfeldgrenzen für das binokulare Sehen. Während nämlich das binokulare Gesamtgesichtsfeld eine bedeutende Vergrößerung gegenüber einem jeden der beiden monokularen Gesichtsfelder bedeutet und namentlich das eigentlich binokulare (jedem der beiden Augen zugängliche) Gesichtsfeld sich lediglich nach den übereinanderfallenden Teilen der beiden monokularen Gesichtsfelder begrenzt, ist das binokulare Blickfeld — individuelle Schwankungen scheinen wohl auch hier in nicht unbeträchtlichem Grade vorzukommen — kleiner als jedes der beiden monokularen und wesentlich kleiner als die einander überdeckenden Teile derselben. Viele Punkte des Außenraumes können wohl mit jedem der beiden Augen für sich, nicht aber mit beiden zugleich fixiert werden.[114] Die Ursache dieses merkwürdigen Verhaltens muß wohl hauptsächlich in gewissen Verhältnissen der Innervation gelegen sein, während die verschiedene Inanspruchnahme der Augenmuskeln beim Nahe- und Fernsehen ein konkurrierendes Moment dabei abgeben dürfte.

2. Wir haben nun weiter an die offenkundige Tatsache anzuknüpfen, daß die Augenbewegungen nicht etwa nur eine Erweiterung des dem Auge zugänglichen wirklichen Raumes, sondern zugleich auch eine Vergrößerung des Sehraumes mit sich bringen. Damit ist anerkannt, daß die durch die Augenbewegungen herangezogenen neuen äußeren Ortsreize auch entweder direkt Ortsempfindungen neuer Qualität hervorrufen, oder wenigstens sonst irgendwelche psychische Korrelate haben müssen, die, zusammen mit den Ortsempfindungen der bisher von uns stets in Betracht gezogenen alten Qualitäten (Wahrnehmungs-)Vorstellungen ergeben, deren Inhalte so beschaffen sind, daß sie die neuen immanenten Gegenstände, die neuen Sehraumteile zu erfassen vermögen.

aa. Die Theorie hat sich bekanntlich von Anfang an der zweiten, merkwürdigerweise der komplizierteren der beiden Möglichkeiten zugewendet, und auch heute noch muß die ihr entsprechende Auffassungsweise als die verbreitetere, herrschende bezeichnet werden. Es hat dies offenbar in folgenden höchst aufdringlichen Tatsachen der Erfahrung seinen Grund.

Trotzdem daß bei verschiedener Orientierung der Augen, bei verschiedener Blickrichtung verschiedene Teile des wirklichen Raumes zur Wahrnehmung gelangen, sind doch die Qualitäten der eigentlichen Raum-, genauer Ortsempfindungen, wie es scheint, handgreiflich stets dieselben. Ob ich nun aufwärts oder abwärts, nach rechts, nach links den Blick gewendet habe, immer erhalte ich von dem jeweils fixierten Punkte die Ortsempfindung mit der längst vertrauten Qualität der „Mitte", von seiner Umgebung die gleichfalls bekannten Empfindungsqualitäten vertikal darüber, darunter, horizontal daneben, rechts oder links, und alle die übrigen. Die direkten Ge-

sichtsraumempfindungen sind, das scheint offenkundig, dieselben, ganz unabhängig von der Richtung, nach der die Augen jeweils eingestellt sind. Da wir nun aber, ganz ebenso gewiß, vermittelst dieser gleichen Raumempfindungen je nach der Einstellung der Augen verschiedene objektive Örter nicht nur sehen, sondern als solche auch erkennen, so kann es nicht wohl anders sein, als daß die gleichen Empfindungen je nach der Augenstellung verschiedene Ausdeutung erfahren, „auf verschiedene Punkte des Außenraumes bezogen" werden. Die notwendige Voraussetzung dazu ist auch nicht schwer zu finden: Es ist ja allgemein bekannt, daß uns die kinästhetischen (die „Muskel"-)Empfindungen von den Bewegungen und der jeweiligen Lage der Glieder und der sonstigen willkürlich beweglichen Teile unseres Körpers mit ganz erheblicher Genauigkeit Auskunft geben. Die Augäpfel werden auch durch willkürliche Muskeln bewegt und in ihrer Lage gehalten, und überdies sind auch die Teile der Umgebung, in die sie eingebettet sind, mit feinem Drucksinn ausgestattet; so versteht es sich nahezu von selbst, daß wir von der jeweiligen Orientierung der Bulbi Kunde haben, und das genügt als Grundlage zur „Ausdeutung", verschiedenen „Beziehung" der stets sich gleich bleibenden eigentlichen Ortsempfindungen.

Das ist das Schema, nach dem man sich den Sachverhalt zurechtzulegen pflegt. Es leuchtet ein und hatte von je hervorragende Vertreter. Helmholtz hat sich seiner bedient und es ins Feinere ausgestaltet; und Wundt, der es gleichfalls zu einem, wenn nicht zum zentralsten seiner Grundprinzipien gemacht hat, sah sich angesichts der außerordentlichen Unterschiedsempfindlichkeit des Raumsinnes, die er sonach als eine Leistung des „Muskelsinnes" nehmen mußte,

zu dem seither oft zitierten Dictum geführt: „Die Feinheit der Muskelempfindungen geht so weit, daß die Muskeln in dieser Hinsicht unsern schärfsten objektiven Sinnesorganen, dem Gesicht und Gehör, an die Seite gestellt werden können".[115]

So einleuchtend sich diese Auffassung nun aber auch anläßt, so vermag sie doch nicht endgültig standzuhalten. Wir hatten schon an andern Stellen Gelegenheit, zu bemerken, wie wenig auffällig die Bewegungs- (Muskel-)Empfindungen des Auges normalerweise sind und wie geringfügig daher ihre Lokalisationsbedeutung ist.[116] Wir werden sofort einiges an weiteren ebenso wichtigen wie leicht zugänglichen Beobachtungen über den behaupteten Zusammenhang zwischen Lokalisation und Augenbewegungsempfindungen beibringen, auf Grund deren Hering als erster gegen die in Rede stehende Lehre Stellung genommen hat. Zuvor jedoch scheint es angemessen, auf prinzipiellere Schwierigkeiten aufmerksam zu machen, die ihr von seiten der psychologischen Analyse her entgegentreten, und die sie, näher besehen, wenn nicht schon überhaupt unmöglich, so doch viel weniger einleuchtend und befriedigend erscheinen lassen, als man dem ersten Eindruck nach erwarten möchte. Wir müssen freilich dabei zum Teil Gesichtspunkte heranziehen, die von weit allgemeinerer Bedeutung sind und gleicherweise das Prinzip der empiristischen Grundhypothese überhaupt betreffen; doch büßen sie ja durch ihre allgemeinere Bedeutung die Gültigkeit für einen speziellen Fall nicht ein, und wir gewinnen gleichzeitig mit ihnen den Ausblick auf weitere Probleme.

Die physischen Bewegungsvorgänge des Bulbus liefern psychisch, auch im Sinne der fraglichen Auffassungsweise, wie es dabei in der Regel heißt, Be-

wegungs- oder Muskelempfindungen. Es soll nun sogleich zugegeben werden, daß es im allgemeinen durch die Augapfelbewegungen zu Empfindungen, die allenfalls so bezeichnet werden dürfen, tatsächlich kommt; und wir wollen es auf sich beruhen lassen, daß diese Empfindungen, auf deren genauere psychophysiologische Charakteristik wir verzichten, nur bei Bewegungen von weiter Elongation irgend erheblichere Intensität und schärfere Bestimmtheit erlangen, sonst aber, in den Regelfällen kaum merklich, schwach und durchaus verschwommen sind. Darauf aber müssen wir hinweisen, daß diese Empfindungen doch immerhin nichts weiter als kinästhetische und Druckempfindungen sind und bleiben. Mit diesen allein ist uns nun aber bekanntlich noch nicht gedient. Die kinästhetischen, die Druckempfindungen bringen Druck und Zug verschiedener Art, im Tastraum lokalisiert, zur Vorstellung. Wir aber brauchen die Vorstellung von Sehraumelementen, und zwar von solchen, die in der Ausgangsstellung dem Auge nicht erreichbar waren. Druck und Zug sind nun, für sich allein, Inhalte, genauer Gegenstände ganz anderer Art als Sehraumelemente, mit diesen geradezu inkommensurabel; und der Tastraum, wenn er auch mehr weniger feste Beziehungen zum Sehraum eingehen kann und tatsächlich normalerweise eingeht, ist doch dem psychischen Inhalte nach, durch den er vorgestellt wird, etwas anderes als Sehraum, ganz abgesehen davon, daß es sich in unserem Falle natürlich nicht um Raumbestimmungen aus der Gegend des Auges und am Auge handelt (worauf allein die Tastraumdaten der Augenbewegungen sich beziehen können), sondern um Teile des wirklichen Raumes, die dem Bereiche des Tastraumes zumeist völlig entzogen sind.

Es können also die Bewegungsempfindungen des

Auges an und für sich noch nicht das ausmachen, was uns durch die Augenbewegungen an (Wahrnehmungs-)Vorstellungen von neuen, sonst unzugänglichen Raumpartien vermittelt wird. Darin stimmen wir auch noch vollständig zumindest mit den vornehmeren Gestaltungen der zu besprechenden Lehrmeinung überein. Nun müssen wir aber weiter denken und vor allem Antwort auf die Frage suchen, die sich jetzt unumgänglich aufdrängt: Auf welchem Wege vermitteln die Bewegungsempfindungen jene neuen Gesichtsraum-(Wahrnehmungs-)Vorstellungen? Und mit dieser Frage — der eigentlichen, wenn auch zumeist recht leicht genommenen Kernfrage einer jeden solchen Theorie — beginnen schon die Schwierigkeiten.

Für die Antwort bieten sich nun von vornherein mehrerlei Möglichkeiten dar. Entweder ist es Assoziation, was die Vermittelung zwischen Bewegungsempfindung und Gesichtsraumvorstellung besorgt, oder es ist irgendeine Art von Überlegung, die dann allerdings, wenn wir den Tatsachen nicht allzusehr Gewalt antun wollen, „im Unbewußten" sich abspielen müßte; entweder ferner gelangen wir dabei tatsächlich zu neuen Gesichtsraum- (und Sehraum-)Vorstellungen, oder aber nur zu (irgend sonstwie beschaffenen) indirekten Vorstellungen neuer Gesichtsraumelemente — Alternativen, die nun noch näher geklärt, und dann unweigerlich entschieden werden müßten.

Wir wollen uns zunächst mit der zweiten der beiden Alternativen beschäftigen; und es ist zu hoffen, daß sie schon durch bloße, unvoreingenommene Betrachtung des psychisch unmittelbar Gegebenen zu endgültiger Entscheidung zu bringen ist.

Es handelt sich also darum, ob die psychischen Gebilde, mittelst welcher wir die neuen Gesichtsraumpartien vorstellend erfassen, einheitliche, anschauliche,

direkte, visuelle Sehraumvorstellungen sind, von derselben Art wie die Sehraumvorstellungen, die wir bisher, als bei der Primärstellung der Blicklinie gegeben, betrachtet haben; mit anderen Worten ob die neuen (Gesichts-)Raumpartien, als transzendente Gegenstände, durch Vorstellungen von ihnen direkt angepaßten immanenten Gegenständen (im vorliegenden Falle müßten es Sehraumpartien sein) erfaßt werden, also durch Vorstellungen, deren immanenter Gegenstand nichts anderes ist und enthält als der direkt anschaulich gegebene Sehraum; — oder ob es Vorstellungen derart zusammengesetzter Natur sind, daß sie ihren transzendenten Gegenstand, hier (Gesichts-) Raumpartien, durch einen immanenten Gegenstand erfassen, der eigentlich zwei (oder gar mehrere) sonst an sich selbständig bestehen könnende, anschaulich gegebene immanente Gegenstände enthält, die aber völlig heterogen, von verschiedener Art sind und die zum Erfassen des einigen transzendenten Gegenstandes dadurch geeignet werden, daß sie durch zwischengeschaltete Beziehungen zu einem Ganzen, zu einem nun unanschaulichen immanenten Gegenstande höherer Ordnung verbunden sind.

Als Vorstellungen der ersten Art haben wir bisher die Sehraumvorstellungen der Primärlage behandelt — wie weit mit Recht oder ob irgendwelche Ergänzungen dazu erforderlich sind, wird sich uns in der Folge zeigen. In allfälligen Vorstellungen der zweiten Art hätten, das können wir ohne weiteres behaupten, einerseits Sehraumelemente, andererseits Zug und Druck (oder Bewegung und Lagerung der Augen?) die Rolle der beiden heterogenen, durch Beziehungen miteinander verbundenen, immanenten Gegenstände zu spielen.

Zur Antwort sei zuvörderst nochmals daran er-

innert, daß die Raumempfindung, ganz unabhängig von der jeweiligen Blickrichtung, stets das gleiche System derselben Empfindungsqualitäten („Mitte" etc.) aufweist. Daraus könnte, scheint es, hervorgehen, daß die Raum-(Wahrnehmungs-)Vorstellungen überhaupt bei aus der Primärlage herausbewegten Augen im ganzen von derselben psychologischen Beschaffenheit sind und im allgemeinen denselben Inhalt haben wie die der Primärlage. Im weiteren Sinne ist das auch, wie wir noch sehen werden, richtig. In dem Sinne aber, wie es hier erst gemeint und aus der obigen Voraussetzung gefolgert ist, kann es nicht richtig sein. Wir erfassen ja tatsächlich andere Raumpartien, andere transzendente Gegenstände, wenn wir einmal den Blick nach vorne, einmal schief aufwärts gerichtet haben; es müssen also notwendig auch die immanenten Gegenstände sowie die Vorstellungsinhalte in beiden Fällen verschieden sein. An der soeben angemerkten Gleichheit der bisherigen Empfindungsqualitäten „Mitte" etc. ist jedoch im Grunde gleichfalls nicht zu rütteln. Es bleibt also nur folgende Möglichkeit, diesen scheinbaren Widerspruch auszugleichen: Die vielberufenen Empfindungsqualitäten „Mitte" etc. sind nicht alles, was der Inhalt der Raumwahrnehmungsvorstellung an qualitativen Momenten enthält, sondern er enthält daneben, oder irgendwie damit verwoben, noch ein anderes qualitatives Moment, das mit den Bewegungen des Auges gesetzmäßig variabel ist.

Wir brauchen also noch ein Merkmal; und man wird sich wahrscheinlich wiederum zuvörderst gar nicht lange besinnen, wenn es gilt, dieses Merkmal aufzuweisen: der Inhalt der Lage- und Bewegungsempfindungen des Auges, meint man, stellt es bei. So wären wir also selbst auch auf diese der her-

kömmlichen Theorie nächststehende Auffassungsweise gekommen und haben sie nun des näheren zu beleuchten.

Zunächst genauer ausgeführt hätten wir uns nun den Sachverhalt etwa so vorzustellen, daß stets zusammen mit den ursprünglichen Qualitäten „Mitte" etc., die ja bekanntlich reine Sehraumqualitäten sind, in dann noch näher zu beschreibender Verbindung auch Druck- und Zugqualitäten (oder Bewegung und Lagerung der Augen) psychisch gegeben wären. Man sieht, wir kommen damit in das Gebiet der Vorstellungen der zweiten Art, und können also nicht umhin, uns von der Art ihres Aufbaues und von der Art, wie sie die ihnen zugeschriebene Funktion allenfalls erfüllen dürften, genaueste Rechenschaft zu geben. Vorübergehend sei zuvor nur auch noch darauf aufmerksam gemacht, daß alles, was nunmehr von der Raumwahrnehmungsvorstellung bei aus der Primärlage herausbewegter Blicklinie (d. i. für „Sekundärstellung") erkannt und ausgemacht wird, auch für die der Primärlage gelten und stimmen muß; denn auch diese ist ja eingefügt in das Kontinuum der trotz der Konstanz der ursprünglichen Raumempfindungsqualitäten mit den Blickbewegungen kontinuierlich variierenden Raumwahrnehmungsvorstellungen.

Wie müssen wir es uns also vorstellen, daß die Empfindung der ursprünglichen Sehraumqualität zusammen mit der jeweiligen kinästhetischen Empfindung es anfängt, z. B. eine schief rechts oben gelegene Raumpartie in (Wahrnehmungs-)Vorstellung erfassen zu lassen? Die kinästhetische Empfindung für sich allein ist völlig ungeeignet, Raum dieser Art zur Vorstellung zu bringen. Die Sehraumempfindungsqualität hinwiederum für sich allein sagt nichts davon, daß es sich gerade um eine Raumpartie schief

oben rechts handelt. Dagegen ist sie wohl geeignet, das Schräumliche überhaupt, das ja wohl unerläßlich ist, und das der kinästhetischen Empfindung vollständig unerreichbar bleibt, zur Vorstellung zu bringen. So mag die kinästhetische Empfindung die Vorstellung der Lage schief oben rechts hinzubringen; aber wie?

Die bloße, lose Angliederung, Danebenstellung des Inhaltes der kinästhetischen Vorstellung leistet das Erforderliche keineswegs; dies bedarf wohl keines weiteren Beweises. Es muß durch irgendeine passende Relationsverbindung zwischen dem Inhalte der kinästhetischen Empfindung und dem der visuellen Raumempfindung ein Komplex geschaffen werden, der geeignet ist, als Gesamtinhalt einer komplexen Vorstellung den transzendenten Gegenstand einer Raumpartie schief oben rechts zu betreffen. Von dieser komplexen Vorstellung kann schon jetzt, noch ehe wir die Art der geforderten Relationsverbindung näher bestimmen, behauptet werden, daß sie nur eine indirekte, unanschauliche Vorstellung sein könnte.[117] Für jede Art von indirekten oder unanschaulichen Vorstellungen aber ist es wesentlich und charakteristisch, daß die Inhalte, deren sie sich als Hilfsmittel zum indirekten Vorstellen des direkt und anschaulich nicht erfaßten oder nicht einmal erfaßbaren Gegenstandes bedienen, anschaulich im Vordergrunde des Bewußtseins stehen, während ein eben diesem Gegenstande adäquater anschaulicher Inhalt im Bewußtsein natürlich nicht vorhanden ist.

Zur Erläuterung einige Beispiele. Wer die Bedeutung der Worte „länger als 10 cm" erfaßt und korrekt denkt, nicht mehr und nicht weniger, als sie genau genommen besagen, der aktualisiert eine indirekte „unanschauliche Vorstellung" einer Größe, die — nun eben länger als 10 cm ist; denn mehr weiß

man von ihr nicht.[118] Die Größe direkt und anschaulich vorzustellen ist nicht möglich, weil dazu ihre Länge bekannt sein müßte, und diese ist durch das vorliegende Datum nur unvollständig bestimmt. Anschaulich können in der ganzen komplexen Vorstellung nur die Hilfsvorstellungen sein, die Vorstellung von „10 cm" zum Beispiel; nicht aber die des Gegenstandes, der eigentlich gemeint ist, nämlich „länger als 10 cm". Oder, ganz ähnlich: Die Vorstellung des unendlichen Raumes. Und, ein extremer Fall, der aber immer noch relativ gut paßt zur Veranschaulichung des unsrigen: Wie sich ein von Geburt total Blinder nach einer Beschreibung die Farben vorstellen mag.

Vergleicht man das mit dem tatsächlichen Sachverhalt unseres Falles, so findet man, daß er gerade umgekehrt liegt. Die Bewegungs- und Lageempfindungen der Augen sind kaum, wenn man die ausdrückliche Absicht darauf richtet, aufzufinden; sie sind verschwommen und meist nahezu unmerklich schwach und gehen in der Gesamtheit des jeweils vorhandenen Psychischen leicht völlig unter; zum mindesten sind Aufmerksamkeit und Gedanken beim Sehen sehr weit davon entfernt, sich ausdrücklich mit ihnen zu beschäftigen. Dagegen steht der jeweils gesehene Raum, sei er nun gerade vorn oder oben, unten, seitlich und wo immer, stets in greifbarster Anschaulichkeit und Unmittelbarkeit vor der Seele; und ob man den Raum gerade vorne oder schief rechts oben sieht, das zu entscheiden hat man entfernt nicht nötig, nach den Bewegungsempfindungen zu fragen, sondern man sieht es dem Raum nach der anschaulichen Beschaffenheit des Inhaltes der Wahrnehmungsvorstellung unmittelbar an. Man bedenke nur, wie sich der Effekt des Raumsehens ge-

stalten müßte, wenn wirklich dabei den Bewegungsempfindungen eine so ausgiebige Vermittelungsrolle zukäme und man infolgedessen den Raum niemals anschaulich, sondern stets, auch beim Sehen geradeaus, nur indirekt, auf dem Umwege über die Bewegungs- (Lage-, Druck-)Empfindungen erfassen könnte! Eine nicht mehr erfahrungsfremde, sondern schon durchaus erfahrungswidrige Konstruktion, die mit dem wahren Sachverhalt gar keine Ähnlichkeit mehr hat.

Wir sind nun so weit, daß wir sicher sagen können, was in Wirklichkeit an Raumwahrnehmungsvorstellungen vorliegt, ist sicherlich nicht nur Bewegungsempfindung in Relationsverbindung mit unseren ursprünglichen (nur nach den Qualitäten „Mitte" etc.) bestimmten Raumempfindungen; es ist überhaupt keine nur unanschauliche Vorstellung, sei es mit, sei es ohne inhaltliche Beteiligung der Bewegungsempfindungen. Es sind vielmehr — und das ist der positive Ertrag der bisherigen Analyse, den wir im folgenden verwerten müssen — durchaus einheitliche, direkte, anschauliche Vorstellungen, die ihren transzendenten Gegenstand unmittelbar erfassen und seinen Variationen selber folgen, deren immanente Gegenstände nichts anderes sind als das direkte Abbild der transzendenten, und nichts enthalten, was nicht direkt auf diese zu übertragen wäre, insbesondere nichts von Druck und Zug noch auch von Lagerung der Augen.

Wir konstatieren damit, zur Erweiterung und Ergänzung unserer ursprünglichen Festlegung über die Qualität der Gesichtsraumempfindung, daß der Inhalt der Gesichtsraumempfindung als einfaches, stets anschauliches und rein visuelles Gebilde vermöge der bloßen Variation seiner Qualität dem ganzen Be-

reich des Blickfeldes, nicht nur des Gesichtsfeldes, zu entsprechen vermag. Die Gesichtsraumempfindung, mit welcher wir eine Raumpartie „rechts oben am äußersten Rande des Blickfeldes" erfassen, ist als solche gerade so bloß durch die Qualität des visuellen Inhaltes charakterisiert wie die, durch welche wir den Eindruck „geradeaus vorne" haben. Das ist die einzig richtige Wiedergabe des erfahrungsmäßigen Sachverhaltes.

Die Angelegenheit des eventuellen Anteiles der Augenbewegungsempfindungen an der Gesichtsraumwahrnehmung ist damit noch lange nicht vollständig, sondern nur insoweit erledigt, als nun feststeht, daß die Bewegungsempfindungen (oder deren Inhalt) in keiner Weise Bestandteile des resultierenden die wahrgenommene Raumpartie erfassenden Vorstellungsgebildes ausmachen; nicht aber ist auch schon entschieden, ob sie nicht für das Zustandekommen dieser Vorstellungsgebilde als auslösende Momente irgendwie in Betracht kommen mögen.

Indes, bevor wir dieser Frage nachgehen und damit die Untersuchung über die Rolle der Augenbewegungsempfindungen zu Ende führen, wollen wir in unserem Exkurse über die positive Natur und Beschaffenheit der Raumwahrnehmungsvorstellung als psychischem Gebilde noch um ein Stückchen weiter fortfahren und vorerst dieses wichtige Problem, soweit es an uns ist, in Ordnung und Klarheit bringen.

Wir haben bekanntlich anfänglich festgesetzt und bis jetzt festgehalten, daß die sogenannten Qualitäten der Raumempfindung in jenen psychischen Momenten gelegen sind, durch die die immanenten Gegenstände „Mitte" etc. zur Vergegenwärtigung gelangen, und daß diese Qualitäten stets die gleichen bleiben, gleich-

gültig, nach welcher Richtung der Körper, der Kopf, die Augen gerade gestellt sind.

Neuerdings aber haben wir gefunden, daß die Qualitäten der Raumempfindungen — innerhalb gewisser Grenzen der Genauigkeit, wovon noch die Rede sein wird — je nach der Richtung der Blicklinie verschieden sind und durch diese ihre verschiedenen Modifikationen geeignet sind, auch bei gleicher Lage des Bildchens auf der Netzhaut die verschiedenen Raumpartien geradeaus vorne, schief oben rechts etc. zu erfassen und zur Vorstellung zu bringen.

Die beiden Behauptungen scheinen einander zu widersprechen, tun es aber in Wahrheit nicht; denn sie sind der adäquate Ausdruck der tatsächlichen Verhältnisse, und es ist daher nur nötig, um sie miteinander zu vereinen, die erforderlichen Ergänzungen wiederum der Erfahrung zu entnehmen und ihnen einzufügen.

Da gestaltet sich nun das Bild folgendermaßen. In concreto sind weder die Glieder der einen, noch die der andern Qualitätenreihe für sich allein, noch auch beide zugleich, jedoch selbständig und getrennt nebeneinander vorhanden. Was im konkreten Falle als Qualität des Inhaltes der Gesichtsraumempfindung tatsächlich gegeben ist, das ist ein einheitliches Ganzes, das aus der vorbewußten Kombination der zu jeder der beiden konkurrierenden Qualitäten gehörigen psychischen Prozesse[119] als Ergebnis im Bewußtsein hervorgeht — wie wir gleich folgenden Untersuchungen vorgreifend sagen können —, die einheitliche Qualität des psychischen Inhaltes, die nur eben nach zwei Seiten, in zweierlei Hinsicht oder Beziehung (wir würden Dimensionen sagen, wenn hier nicht ein Mißverständnis zu befürchten wäre) variabel ist. Es ist bis zu gewissem Grade ähnlich wie bei den Farben-

empfindungen, bei denen auch die einheitliche, unteilbare Qualität des Inhaltes nach verschiedenen Dimensionen, nach Farbenton, nach Sättigung veränderlich ist und jedesmal leicht erkannt werden kann, an welchem Punkte nach jeder der verschiedenen Dimensionen sich jeder einzelne konkret gegebene Farbenfall befindet. Auch ähnlich wie das Verhältnis von Intensität und Höhe bei den Tönen; oder gar auch wie das besonders eigentümliche Verhalten der Töne in ihrer Höhenänderung, die in einer gleichmäßigen Skala von einem tiefen Tone an zu immer höheren dem Ausgangston mit jedem Schritt in einer Hinsicht immer unähnlicher, in anderer Hinsicht wiederum — mit Annäherung und Entfernung der Oktave — abwechselnd bald ähnlicher, bald verschiedener werden.

Es ist also weder das, was wir ursprünglich als Qualität der Raumempfindung bezeichnet haben, noch das, was durch die Bewegungen des Auges an ihr zur Variierung kommt, die eigentliche, volle, konkrete Qualität der Raumempfindung; beides sind je nur eine variable Seite, ein Faktor an dem unteilbaren Ganzen der Raumempfindungsqualität. Wir wollen also, zur Vereinfachung der Ausdrucksweise, von einer Totalqualität und zwei Qualitätsfaktoren sprechen, die wir als Sehfeld- und als Blickfeldfaktor unterscheiden werden. Betrachtet man das Sehfeld des ruhenden Auges allein, so entfällt die Variation des Blickfeldfaktors und bei seiner Konstanz entzieht er sich leicht der Aufmerksamkeit, während die vorhandenen verschiedenen Modifikationen des Sehfeldfaktors um so deutlicher werden. Das war das Stadium, in welchem wir unsere frühere Festlegung über die „Qualitäten" der Raumempfindung trafen. Wir haben damit nur einen Faktor der eigentlichen Totalqualität getroffen und haben nun die natürliche

Ergänzung dazu gefunden. Betrachtet man andererseits die Mannigfaltigkeit der Raumempfindungen, wie sie bei bewegtem Auge entstehen, so wird zunächst allerdings die auf Rechnung des Blickfeldfaktors zu setzende Variation der Totalqualität deutlich; aber es ist nicht zu verkennen, daß in dem sonstigen Wandel auch die Konstanz des Sehfeldfaktors recht auffällig bestehen bleibt.

Haben wir zur Erläuterung der Natur des Zusammenwirkens der Qualitätsfaktoren zur Totalqualität zuvor auf allerlei Analogien hingewiesen, auf das Zusammensein von Farbenton und Sättigung, von Tonhöhe und Tonintensität, von Tondistanz und Tonverwandtschaft, so meinten wir damit nicht im entferntesten, daß diese Analogien in jeder Hinsicht stimmen müßten. In einer Hinsicht nun liegt unser gegenwärtiger Fall so ferne ab von allen diesen analogen Fällen, daß ihm darin von dorther gar nichts Ähnliches zur Seite gestellt werden kann und er gerade in diesem Punkte eine seiner charakteristischsten Eigentümlichkeiten besitzt. Wir müssen nämlich folgendes ad notam nehmen. Die Totalqualitäten bilden eine Mannigfaltigkeit von, wenn nicht unendlich vielen, so doch überaus vielen untereinander verschiedenen Einzelfällen; wir wollen die verschiedenen Totalqualitäten mit Q_a, Q_b, Q_c . . . Q_n . . . symbolisieren. Ganz Ähnliches gilt von jedem der beiden Qualitätsfaktoren; und auch für diese seien Symbole festgelegt, für den Sehfeldfaktor im allgemeinen s, für seine einzelnen, speziellen Modifikationen s_a, s_b, s_c, . . . s_n . . . , für den Blickfeldfaktor ganz ebenso b_α, b_β, b_γ . . . b_ν, b_ρ . . . — Dann gilt zunächst, daß niemals irgendein s in Wirklichkeit gegeben sein kann, ohne daß es zusammen wäre mit einem b, noch auch irgendein b ohne ein s; es gibt in Wirk-

lichkeit nur die Kombination sb, genauer gesagt in concreto, in Wirklichkeit gibt es nur die Q, und jedes Q ist ein Produkt aus einem s und einem b.

Und nun besteht das merkwürdige Gesetz, daß ein bestimmtes Q nicht angewiesen ist auf ein bestimmtes s, noch auf ein bestimmtes b, sondern daß nur die Beziehung, in der die beiden zueinander stehen müssen, um das bestimmte Q ergeben zu können, eine gesetzmäßig bestimmte ist. Es kann zu einem und demselben Q verschiedenes s gehören, dann muß aber auch nach einem ganz bestimmten Gesetze das jeweilige b sich ändern. So kann sein $Q_M = (s_a\ b_\alpha)$, aber auch $= (s_c\ b_\kappa)$ oder $(s_i\ b_\sigma)$ usw., wobei das Aufsuchen der Gesetzmäßigkeit, die die Verbindung der (s b) beherrscht, noch eine Sache für sich ist. In Worten ausgedrückt und auf den Ursprung der Qualitätsfaktoren angewendet heißt das: Derselbe Ort des Totalgesichtsfeldes kann empfunden (wahrgenommen) werden, z. B. bei gerader Blickrichtung mit einem seitlichen Punkt der Netzhaut, oder bei der entsprechend schiefen Blickrichtung z. B. mit dem Netzhautzentrum.

Vielleicht erscheint das Ergebnis der eben vorgetragenen Analyse manchem allzu radikal. Wer an die herkömmliche — freilich noch nirgends scharf gefaßte noch vollständig zu Ende gedachte — Auffassung von der psychischen Natur der den Raumwahrnehmungsvorstellungen des weiteren Blickfeldes eigenen Inhalte gewöhnt ist, mag die Annahme eines „Blickfeldfaktors" und einer „Totalqualität" für ungerechtfertigt halten und in ihr eine allzu kühne Übertragung der objektiven Verhältnisse in das Subjektive, Psychische erblicken. Und wenn er sich auch davon überzeugen läßt, daß der Inhalt der allfälligen Lage- und Bewegungsempfindungen in den Inhalt der Raumwahrnehmungsvorstellung in keiner Weise eingeht, so legt er sich vielleicht den Sach-

verhalt nach folgendem — allerdings gleichfalls noch nirgends ausgesprochenem — Gedankengang zurecht, mit dem er die Lage- und Bewegungsinhalte gleichfalls vermeidet, der Annahme von Q und b jedoch entraten kann.

Als Qualität der Raumempfindung gilt bloß das s in seinen mannigfachen Modifikationen, wie sie vergegenständlicht in den Punkten des ruhenden Sehfeldes vorliegen, und wie wir sie ursprünglich mit der Bezeichnung „Mitte" etc. eingeführt haben. Es bleibt dabei, daß dies der ganze qualitative Inhalt der Raumempfindung ist, und daß er unverändert immer wiederkehrt, nach welcher Richtung auch der Blick gewendet wird. Daß bei verschiedenen Blickrichtungen verschiedene Raumpartien nicht nur als Reize überhaupt wirken, sondern auch, allerdings in irgendeiner Vermittlung, verschieden wirken, so daß verschiedene Vorstellungsgebilde resultieren (verschieden müssen sie ja wohl sein, weil wir bei normalem Gebrauche unserer Augen immer wissen, ob der Raum, den wir eben erblicken, oben, unten, rechts oder links liegt), beruht darauf, daß sich aus dem Grundstock von Empfindungsinhalten (Qualitäten) durch Zwischenschaltung von Relationen weitere rein räumliche Inhaltsgebilde herausentwickeln, gegenständlich ausgedrückt, daß sich das Bereich der schon durch die ursprünglichen Qualitäten selbst und ohne weiteres erfaßbaren immanenten Gegenstände (Sehraumpunkte) durch mit Hilfe von Relationen, die nur dem ursprünglichen Sehfelde entnommen sind, ermöglichte Konstruktionen auf neue, dann freilich indirekt vorgestellte immanente Gegenstände (Sehraumpunkte) erweitert, und zwar indirekt auf eine solche Art, wie sie mit der Erfahrung immer noch vereinbarlich erscheint.

Des näheren stünde dann die Sache so. In einer ersten Augenstellung, nehmen wir beispielshalber die Primärstellung und bezeichnen wir sie zur Bequemlichkeit mit 1, werde mit dem Netzhautzentrum der objektive Ort O_1 gesehen und als solcher erfaßt; die ihm zugehörige Raumempfindung hat dann eine bestimmte Qualität („Mittelqualität") q_1 und vermöge dieser Qualität einen bestimmten immanenten Gegen-

stand („Mitte") o_1. Mit einem andern Netzhautpunkte, z. B. mit einem gerade unter dem Netzhautzentrum gelegenen, wird bei derselben Augenstellung I ein anderer (oberhalb O_1 gelegener) objektiver Ort gesehen, und selbstverständlich hat die ihm zugehörige Empfindung eine andere Qualität q_2 und einen andern immanenten Gegenstand o_2; es handelt sich ja um einen peripher gelegenen Punkt des Sehfeldes. O_1 und O_2 sind von der Augeneinstellung unabhängig und bleiben stets dasselbe, ohne durch irgendwelche Augenfunktion berührt zu werden. q_1, q_2, o_1, o_2 sind der Voraussetzung nach allerdings ebenfalls unbeeinflußt durch die Augenbewegung, sind dieselben bei jeder beliebigen Augenlage. Gleichwohl ist es für unsere gegenwärtigen Zwecke von Vorteil, anzumerken, daß wir sie vorläufig bei der Augenstellung I vorgefunden haben; wir geben also ihrem Symbol den Zusatz I und schreiben o^{I}_1, o^{I}_2, q^{I}_1, q^{I}_2. Und noch etwas haben wir aus diesem Stadium abzunehmen und vorzumerken: die Relationen, die zwischen den Gliedern eines jeden der drei Paare bestehen. Wir bezeichnen die Relation zwischen O_1 und O_2 mit ${}_1R_2$, die zwischen q_1 und q_2 sowohl, als auch die zwischen o_1 und o_2 bestehende mit ${}_1r_2$, und wenn wir ausdrücklich vermerken wollen, daß wir sie dieses Mal an der Augenstellung I abgenommen haben, mit ${}_1r^{I}_2$. — Das Auge nehme nun eine andere Stellung an, und zwar z. B. so, daß sich der objektive Ort O_2 im Netzhautzentrum abbildet. Dann hat die zugehörige Empfindung, der Voraussetzung gemäß natürlich wiederum die Qualität q_1 und kann mit dieser Qualität für sich allein nichts anderes als den immanenten Gegenstand (Sehraumpunkt) o_1 erfassen. Nun ist es aber ausgeschlossen, daß o_1 einmal zu O_1 führt, ein ander Mal zu O_2. Es muß also mit o_1, wenn O_1 von O_2 unterschieden werden sollen, noch etwas angefangen werden. Und dazu helfen nun die R und r.

Beschreiben wir es zuerst noch ohne Symbolik, so haben wir zu sagen: Das Subjekt denkt sich, mit der Empfindungsqualität der Mitte sehe ich in der zweiten Augenstellung einen äußeren Ort, der sich zu dem Orte, den ich in der ersten Augenstellung mit eben dieser Empfindungsqualität

sehe, der Lage nach gerade so verhält, wie jener Ort sich zu ihm verhält, der gleichfalls in der ersten Augenstellung mit der Empfindungsqualität einer gerade unterhalb des Netzhautzentrums gelegenen Netzhautstelle gesehen wird. Kurz notiert und zugleich weiter geführt ist der Gedankengang folgender. o_1^{II} (das sei der immanente Gegenstand, vermittelst welches auf Grund der Empfindungsqualität q_1, in der zweiten Augenstellung der Ort O_2 erfaßt wird; er muß natürlich von o_1^{I} verschieden sein, und zwar auf Grundlage von o_1^{I} irgendwie weiter ausgebaut), also o_1^{II} verhält sich zu o_1^{I}, wie o_2^{I} zu o_1^{I}, und $o_2^{I} : o_1^{I} = {}_2r_1$, also bekannt. Somit ergibt sich daraus eine Konstruktion für o_1^{II}, die nur Bekanntes, aus dem ursprünglichen Sehfeld zu Entnehmendes verwendet, nämlich die Konstruktion „jener Punkt, der zu o_1^{I} in der Relation ${}_2r_1$ steht" oder, in der algebraischen Notierung $o_2^{II} = {}_2r_1 \cdot o_1^{I}$ Damit ist o_1^{II}, sonach auch O_2 von der Augenstellung II aus erfaßt, ohne daß der Inhalt der Bewegungsempfindungen daran beteiligt wäre, und ohne daß das ihn erfassende Vorstellungsgebilde zu sehr den Charakter des Indirekten, Unanschaulichen, Abstrakten erhalten müßte, da es ja doch ganz wesentlich Bestandteile in sich enthält, die anschaulich im anschaulich gegebenen ursprünglichen Sehfelde enthalten sind. Überdies hätte diese Analyse noch den Vorzug, daß sich nach ihr die empirisch geforderte Äquivalenz von o_1^{II} und o_2^{I} von selbst ergibt, denn wenn $o_1^{II} = o_1^{I} \cdot {}_2r_1$, so ist notwendig $o_1^{II} = o_2^{I}$.

Es ist nicht zu verkennen, daß diese Auffassungsweise, obwohl sie bis heute noch ziemlich unbeachtet und ungenützt geblieben ist, viel Bestechendes an sich hat, zumal sie noch zu mancherlei Erfahrungen sonst gut stimmt, wovon jedoch im einzelnen hier nicht mehr ausdrücklich die Rede sein kann. Trotzdem aber dürfte es nicht möglich sein, bei ihr zu bleiben. Vor allem stört, genau besehen, an ihr das folgende. Die Einmengung der Bewegungsinhalte ist wohl vermieden, und damit dem erfahrungsmäßigen Aspekt Rechnung getragen; was aber an ihre Stelle gesetzt worden ist, das stimmt zu ihm um nicht viel besser. Man mache nur einmal

strengen Ernst mit dem Ausdenken des immanenten Gegenstandes, durch den O_2 bei Augenstellung II getroffen werden soll, erfaßt werden in einem Akt der Wahrnehmung! Man denke wirklich aus, was in ${}_2r_1 \cdot o_1{}^{\mathrm{I}}$ darinnen steckt! Und dann vergleiche man, ob es dem wahren Sachverhalt entspricht. Da wird wohl deutlich, daß es dabei so kompliziert nicht zugeht, wie es nach dieser Formel sein müßte, daß es eine viel unmittelbarere, direktere Art des Erfassens ist, in der die Wahrnehmung des Ortes O_2 auch bei der Augenstellung II besteht, kurz, daß, wie wir es schon an anderer Stelle zu betonen hatten, es sich dabei um eine anschauliche, relationsfreie, und in der Freiheit von Relationen den Gegenstand vollständig bestimmende und erschöpfende (Wahrnehmungs-)Vorstellung handelt, während hier gerade die Relation ${}_2r_1$ ein wesentliches Bestimmungsstück bildet. — Dazu kommt aber an Schwierigkeiten auch noch anderes. Es wäre schon recht, die Relation ${}_1r_2$ (oder deren Umkehrung), die das Subjekt im Sehfeld der Primärlage zwischen o_1 und o_2 vorfindet, nunmehr, nachdem das Auge in die Stellung II gekommen ist, zur relativen Bestimmung des neuen Punktes zu verwenden und an das bei dieser Augenstellung sich anschaulich ergebende o_1 gleichsam rückwirkend anzuknüpfen; aber woher nimmt das Subjekt die Gewähr dafür, daß seine Augenbewegung gerade nach der Richtung und in dem Ausmaß abgelaufen ist, die eingehalten werden müssen, wenn es wirklich O_2 sein soll, was sich dann in der Qualität q_1 ergibt, und so die Relation ${}_1r_2$ anwendbar wird? Die Hilfskontrolle, die irgendwelche Marken im Gesichtsfeld geben würden, kann theoretisch folgerichtig ja doch nicht in Anschlag gebracht werden. Wenn es also nicht sonst ein Mittel gibt, den Ort, der in der Stellung I mit q_2 mit dem, der in II mit q_1 gesehen wird, zu identifizieren — und ein solches Mittel sieht die in Rede stehende Auffassungsweise nicht vor, während es dem empirischen Sachverhalt nach doch vorhanden ist, wie es in unserer zuerst vertretenen Analyse durch die konstant bleibende Totalqualität Q auch zum Ausdruck kommt — so kann es dem Subjekt nichts helfen, die Relation ${}_1r_2$ aufzufassen und festzuhalten; und die vorgetragene Konstruktion versagt. —

Schließlich noch eine letzte, aber wie es scheint so ziemlich ausschlaggebende Schwierigkeit. Das o_1^{II} gedacht in der Form ${}_2r_1 \cdot o_1^{I}$ hat nur dann Sinn und Bedeutung, und ist nur dann imstande, das zu leisten, was wir von ihm brauchen, wenn es, wie ja auch angedeutet in der Formel, nicht ein o_1 schlechthin enthält, sondern ein durch eine bestimmte Augenstellung determiniertes, gerade nur auf O_1 abgepaßtes; es muß ein o_1^{I} sein. Woher nehmen wir aber diese Determination des Exponenten I? Der immanente Gegenstand, wird man sagen, ist in seiner Beschaffenheit vom Inhalte der Vorstellung (Empfindung), hier von der Qualität des Inhaltes abhängig; o_1 hat seine Merkmale durch die Empfindungsqualität q_1. Dieses q_1 ist aber, der Voraussetzung gemäß, an sich ganz unbeeinflußt und unabhängig von der Augenstellung. Es kann also, ob nun die Augenstellung I, ob sie nun II, ob III ist, am immanenten Gegenstand o_1 kein absolutes Merkmal geben, das ihn je nach der Augenstellung differenzierte. (Darin ist eben unsere erste Analyse im Vorteil, indem sie schon von Haus aus dem Q einen s- und einen b-Faktor zuspricht.) So könnte denn der Forderung, daß das o_1 ein Merkmal haben muß, vermöge dessen es gerade nur dem O_1 zugeordnet sein kann, das es also, ohne daß dabei an die Augenstellung gedacht werden oder ein b-Faktor im Spiele sein müßte, zu einem o_1^{I} machte, wiederum nur durch relative Mittel, mit Hilfe einer Rückbeziehung auf einen anderen, vorhergegangenen Fall Genüge geleistet werden, wie es ja für o_1^{II} in seiner Gleichsetzung mit ${}_2r_1 \cdot o_1^{I}$ bereits geschehen ist: Das gäbe aber offensichtlich einen unendlichen Regreß, ist also unerfüllbar. Oder nochmals kurz gesagt: Die Zurückführung von o_1^{II} auf ${}_2r_1 \cdot o_1^{I}$ hat nur dann einen Sinn, wenn das o_1^{I} etwas absolut Bestimmtes ist; absolut bestimmt ist aber nur das o_1, während das durch den Exponenten I Symbolisierte höchstens wieder nur durch eine analoge relative Bestimmung geleistet werden könnte, wie sie für o_2^{II} durch die Formel ${}_2r_1 \cdot o_1^{I}$ zum Ausdruck kommt. —

Man sieht, der scheinbar einfachere Gegenvorschlag führt nicht zum Ziel. Oder sollte er, was wir ja nicht endgültig

zu verreden wagen, doch besser sein, als er sich nach unserer Kritik darstellt, so müßte noch mancherlei uns gegenwärtig Verborgenes zu seiner Klärung aufzubringen sein. Dann könnten wir an Stelle unseres b-Faktors, an dem wir unter den vorliegenden Umständen, gleichwie an der Totalqualität Q festhalten müssen, getrost die Relation $_1r_2$ setzen, und alles Übrige könnte so ziemlich beim alten bleiben. Auch der Hinweis darauf, daß das Subjekt der Identität des in Stellung I mit q_2 Erfaßten mit dem in Stellung II durch q_1 Erfaßten inne wird, könnte für die weitere Begründung unserer nunmehr festzuhaltenden zuerst vorgelegten Analyse fruchtbar werden. Nur darf man diesen letztern Punkt in seiner theoretischen Tragweite nicht überspannen; denn er gilt gar nicht mit voller Strenge. Beobachtet man genau, so merkt man, daß sich die in der Ausgangs-Augenstellung fixierte ruhende Marke, wenn sich das Auge anders einstellt, so daß sie dann seitlich im Sehfeld zu liegen kommt, von ihrem Orte um ein Geringes scheinbar verschiebt. Die Verschiebung rührt, wie man aus ihrer Richtung und Größe leicht ersieht (die seltenen Ausnahmefälle dürften in subjektiven Störungen begründet sein), nur davon her, daß die Größe des Bogens, den das Netzhautbild während der Bewegung des Auges auf der Netzhaut zurücklegt, nicht gleich ist der Winkelgröße der Bewegung, weil der Drehpunkt des Auges nicht mit dem Kreuzungspunkt der Richtungslinien zusammenfällt, sondern um etwa 6,5 mm hinter ihm liegt. Die in der Ausgangsstellung im Sehfeld abgenommene Relation $_1r_2$ dürfte also, wenn diese Auffassungsweise mit der Erfahrung in Einklang bleiben will, in Stellung II gar nicht ganz ohne Korrektur in Anschlag zu bringen sein — jedenfalls ein bedenkliches Zeichen für die Rolle, die dieser Relation vonseiten ihrer Theorie zugeschrieben wird, und damit für die Theorie auch selbst. Denn woher wäre diese Korrektur zu nehmen? Wie leicht dagegen fügt sich die kleine Scheinverschiebung der Theorie des Blickfeldfaktors! Der Faktor b ist ein für allemal bestimmt durch die Augenlage, der Faktor s durch die Bildpunktlage auf der Netzhaut; dann ist es unter den

gegebenen Verhältnissen selbstverständlich, daß die ruhende Marke bei Stellung II in einem um weniges andern Q erscheint als bei der Stellung I.

Wir wollen bei der zuerst vorgetragenen Auffassungsweise bleiben und daran festhalten, daß der Inhalt jeder Ortsempfindung eine Totalqualität Q besitzt, in welcher sowohl der von der Lage des Netzhautbildchens auf der Netzhaut abhängige Sehfeldfaktor s, als auch der Blickfeldfaktor b, der durch die jeweilige Stellung des Auges bestimmt ist, zur Geltung kommen und zu einer unteilbaren Einheit verschmolzen sind, so daß, eine bestimmte Kopf- und Körperstellung vorausgesetzt, innerhalb gewisser Grenzen jedem Q, beziehungsweise jedem Orte o des erweiterten Sehraumes ein bestimmter Ort O des wirklichen Raumes zugeordnet ist.

Es ist schon an früherer Stelle bemerkt worden, daß mit dieser Auffassung der Anteil der Bewegungsempfindungen an dem Erfassen von Örtern mit bewegtem Auge nur soweit zurückgewiesen ist, als sie darnach auf keine Weise mehr in den Inhalt der resultierenden Raumvorstellung selbst eingehen können. Immer noch aber wäre es denkbar, daß sie an der Auslösung, der Aktualisierung dieser Vorstellungen jeweils irgendwie beteiligt wären. Doch wird sich nun in aller Kürze zeigen lassen, daß auch dies zu negieren ist.

Sollen es wirklich die Bewegungsempfindungen sein, also die psychischen, bewußten Korrelate der Augenbewegungen, was am Zustandekommen der Raumerfassungsvorstellungen als Teilursache irgendwie beteiligt ist, so sind nur zwei Wege denkbar, auf denen sich diese Beteiligung vollziehen kann: entweder Assoziation, oder willkürliche Vorstellungs-

verbindung, Überlegung. Wir haben ja die Alternative bereits zu Eingang dieser Untersuchung vorgelegt.[120] Es ist nun aber, zur Erledigung unserer Frage, gar nicht nötig, erst nach dem Ursprung der allfälligen Assoziation, oder nach der Art der Überlegung zu fragen; denn es gibt einen allgemeineren Gesichtspunkt, der schon von vornherein eine Ablehnung a limine sichert. Sei es nun Assoziation, sei es Überlegung, in jedem Falle muß dem Subjekt die Disposition zum Reproduzieren der durch Assoziation oder Überlegung hervorzurufenden Vorstellung (in unserem Falle der Vorstellung mit der Inhaltsqualität Q) schon vorher zur Verfügung stehen; denn weder das eine noch das andere der beiden Vehikel des Vorstellungsverlaufes führt zu neuen, vorher dem Subjekte noch niemals gegenwärtig gewesenen Vorstellungsgebilden. (Auf ein Eingreifen der Vorstellungsproduktion Rücksicht zu nehmen kann hier wohl unterlassen werden.) Hat also das Subjekt nicht schon einmal früher auf irgendeine Weise die Vorstellung mit der Inhaltsqualität Q erhalten, so daß es die Disposition, sie zu reproduzieren, erworben hat, so ist es ausgeschlossen, daß diese Vorstellung jemals durch Assoziation oder durch Überlegung von irgendeiner anderen Vorstellung (Bewegungsempfindung) aus zur Anregung gelange.

Die Bewegungsempfindungen sind also weder inhaltlich, noch auch nur als auslösende Momente an den Raumempfindungen bei Augenbewegungen beteiligt. —

In diesem überaus wichtigen Ergebnisse stimmen wir nun erwünschterweise mit höchst maßgebenden Folgerungen überein, die schon von anderer Seite, vornehmlich von Hering, aus einer Reihe psychophysiologischer und pathologischer Tatsachen ge-

zogen und gegen die altherkömmliche Begründung der Raumwahrnehmung auf Augenbewegungsempfindungen zu Felde geführt worden sind. Von diesen Tatsachen das Wichtigste zu berichten, wird nun unsere nächste Aufgabe sein. Wir werden sehen, daß sie für sich allein bereits Gewicht genug besäßen, um äußerstes Mißtrauen gegen diese Lehre zu erwecken. Vollends im Verein mit dem Ergebnis der rein-psychologischen Analyse entziehen sie ihr jeden Boden. Wir haben es deshalb für nichts weniger als überflüssig erachtet, das Beweisverfahren von beiden Seiten her zu führen, von der psychophysiologischen und von der rein psychologischen; denn abgesehen von der gegenseitigen Unterstützung, die beiderlei Argumenten daraus erwächst, hat sich dabei auch die erwünschte Gelegenheit geboten, in gleichzeitiger Probe der Leistungsfähigkeit der psychologischen Analyse, eine ganz unerläßliche Aufgabe zu erledigen, nämlich den Bestand an psychischen Gebilden, in dem sich die Raumwahrnehmung mit bewegtem Auge im Bewußtsein abspielt, zu erklären und zu verzeichnen.

bb. Der Beweis Herings geht übrigens, wenigstens seiner Intention nach, weiter als unsere bisherige Position. Die Gründe, die er anführt, sind nicht nur gegen die Augenbewegungsempfindungen, sondern gegen die Augenbewegungen selbst gerichtet, und sollen zeigen, daß der absolute Raumwert der Netzhautpunkte, die Lokalisation, von den Augenbewegungen als solchen unabhängig ist. Wir wollen die wichtigsten dieser Gründe kurz referieren. Es sind folgende.

Es gibt Fälle, in denen die Änderung der absoluten Raumwerte eintritt, ohne daß eine Blickbewegung eingetreten wäre. „Ist z. B. der äußere Gerade

(Muskel) des rechten Auges gelähmt, und der Kranke schließt das linke Auge, so scheint sich ihm alles Sichtbare nach rechts zu bewegen; er unterliegt dem sogenannten Gesichtsschwindel. Sobald sich nämlich seine Aufmerksamkeit nach rechts wendet, erfahren alle Breitenwerte der Netzhaut einen entsprechenden positiven Zuwachs, und er lokalisiert, da wegen der Lähmung das Auge und seine Netzhautbilder ihre Lage nicht verändern, die Sehdinge in demselben Maße weiter nach rechts, als der Aufmerksamkeitsort nach rechts gewandert ist."[121]

Eine andere hierhergehörige Beobachtung ist folgende: „Im Dunkelzimmer sei nichts sichtbar, als ein hinreichend heller Lichtpunkt; der Beobachter stelle sich so, daß dieses Fixationsobjekt ihm zur Seite liegt, beispielsweise zu seiner Rechten, und zwar in der Weise, daß er es durch die stärkste Rechtswendung der Augen nur eben noch fixieren kann. Zwingt sich der Beobachter zur dauernden Fixation, so fängt der Lichtpunkt sehr bald an, eine Scheinbewegung nach rechts zu machen, und dies um so auffallender, je länger der Beobachter die Fixation fortzusetzen sucht. Das Phänomen erklärt sich analog dem früher beschriebenen. Die starke Anstrengung bei jener extremen Rechtswendung hat sehr bald Ermüdung zur Folge; die Kontraktion des externus entspricht nicht mehr der Intention des Beobachters, und der Muskel verhält sich gegenüber dem Willen wie ein paretischer."[122]

Es gibt zweitens Fälle, in denen Augenbewegungen vorliegen, ohne daß eine Änderung des absoluten Raumwertes der Netzhautpunkte eintritt, so daß es zu Scheinbewegungen der Außendinge kommt. „Solche anormale, nicht durch den Ortswechsel der Aufmerksamkeit, sondern durch andere unbewußte Vorgänge

ausgelöste Bewegungen treten z. B. ein, wenn man sich mehrere Male rasch um sich selbst gedreht hat und dann plötzlich stehenbleibt. Körper und Augen setzen dann die Drehung in der Richtung der vorangegangenen Körperdrehung fort, es werden dadurch die Netzhautbilder verschoben, und da diese Verschiebung der Bilder hier nicht durch Änderung der absoluten Raumwerte kompensiert wird, so scheinen sich die Dinge entsprechend der Bildverschiebung in derjenigen Richtung zu verschieben, welche der Richtung der Augendrehung entgegengesetzt ist (Purkinjés Gesichtsschwindel)."[123]

„In analoger Weise führen auch alle passiven, nicht durch Muskelkontraktion bewirkten Augenbewegungen, wie man sie z. B. durch seitlichen Fingerdruck auf den Augapfel herbeiführen kann, zu entsprechender Scheinbewegung der sichtbaren Dinge."[124]

Es ist klar, daß, wenn diese Beobachtungen, wie es ja intentioniert ist, beweisen, daß nicht nur die Bewegungsempfindungen, sondern die Augenbewegungen überhaupt bei der absoluten Lokalisation keine Rolle spielen, sie dann jedenfalls zugleich auch einen Beweis für unsere im vorigen Abschnitt mit rein psychologischen Mitteln vertretene Position abgeben. Denn wenn es auch immerhin fraglich sein mag, ob Hering diese beiden Gedanken ausdrücklich auseinandergehalten hat und man sie auch sonst vielfach promiscue behandelt findet, offenbar infolge der Voraussetzung, daß Augenbewegungen selbstverständlich eben nur in Bewegungsempfindungen unmittelbar zur Geltung kommen können, so ist doch sicher, daß, wenn die Augenbewegungen wegbewiesen werden, dies ebensogut auch für die Bewegungsempfindungen gilt. Nicht aber ebenso ausgemacht ist, daß, wenn der Beweis für die weitergehende der beiden Posi-

ionen vielleicht nicht völlig zwingend sein sollte, er auch schon für die engere versagen müßte, und wir werden zu prüfen haben, inwieweit dies für den vorliegenden Fall etwa zutrifft. Es entspricht indes dem natürlichen Gange der Untersuchung, wenn wir vorerst auch noch die Theorie vorlegen, die Hering, veranlaßt zunächst durch die eben vorgeführten negativen Gründe, für den Wechsel des absoluten Raumwertes der Netzhautpunkte aufgestellt hat.

Diese Theorie besagt in der Hauptsache folgendes. Dem normalen Ablauf der Augenbewegungen sowie des Wechsels der absoluten Lokalisation entspricht es, daß nicht etwa eine durch sonst irgendwelche Ursachen veranlaßte Verschiebung der Stelle des deutlichsten Sehens vom Orte a auf den Ort b die Aufmerksamkeit gleichsam von a auf b mitnimmt, sondern daß umgekehrt die Aufmerksamkeit durch irgendwelche auffällige Ereignisse, die sich in b einstellen, noch während a fixiert wird, auf den zunächst noch im peripheren Sehfeld erscheinenden Ort b hingelenkt wird, und die Augeneinstellung, der Blick, dieser Aufmerksamkeitswanderung ganz automatisch folgt, wobei der Ort b seine vorher bereits erhaltene Lokalisation einfach beibehält, so daß das Netzhautzentrum, das vor der Bewegung den Raumwert zur Lokalisation von a hatte, nach der Bewegung notwendig den Raumwert für b haben muß. „Die Bewegungen des Blickpunktes werden veranlaßt und geleitet durch Ortsveränderungen der Aufmerksamkeit. Zieht ein zunächst indirekt gesehenes Objekt die Aufmerksamkeit auf sich, so wird durch diesen Ortswechsel der Aufmerksamkeit und das Streben, das Objekt deutlich zu sehen, die entsprechende Blickbewegung ohne unser weiteres Zutun ausgelöst. Die Wanderung der Aufmerksamkeit setzt die Wanderung des Blickpunktes.

Ehe also noch die Blickbewegung beginnt, ist der Ort, der das Ziel derselben bildet, bereits im Bewußtsein und von der Aufmerksamkeit erfaßt, und die Lage dieses Ortes im Sehraum bestimmt die Richtung und Größe der Blickbewegung. In demselben Maße aber, als die Aufmerksamkeit ihren Ort im Raume ändert, ändern sich zugleich auch die absoluten Raumwerte der Netzhaut und es wird die Richtung und Größe dieser Änderung lediglich durch die Richtung und Größe des Abstandes bedingt, welchen der jeweilige neue Aufmerksamkeitsort in bezug auf den alten hat."[125]

cc. Herings Thorie erinnert an die Tat des Kopernikus, und es ist noch selten etwas Verkehrtes dieses Vergleiches gewürdigt worden. Trotzdem, bei näherem Zusehen fällt es schwer, sich ihr rückhaltlos anzuschließen.

Schon wenn man versucht, sie im einzelnen Schritt für Schritt klar durchzudenken, sieht man sich auf einmal vor einer schwierigen Stelle, über die man nicht recht hinwegzukommen vermag; merkwürdigerweise gerade an dem Punkt, der beim ersten Anblick der Theorie besonders für sie einzunehmen geeignet erscheint.

Dieser Punkt, der sich so vorteilhaft ausnimmt, liegt offenbar darin, daß es die Theorie, ihrem Grundgedanken gemäß, nicht nötig hat, für die Herbeischaffung der Lokalisation des nach erfolgter Augenbewegung als Fixationsstelle dienenden Objektes durch irgendetwas Besonderes oder Neues vorzusorgen, sondern in der günstigen Lage ist, mit den schon bekannten, auch sonst wirksamen Lokalisationsmomenten auszukommen. Sie besagt ja: Wird vor der Bewegung der Gegenstand A direkt gesehen

(fixiert) und am Orte O_a lokalisiert, der Gegenstand B indirekt (seitlich) und am Orte O_b gesehen, und wendet sich nun die Aufmerksamkeit dem Gegenstande B zu, so findet sie ihn natürlich auch an dem Orte O_b vor; indem ferner dabei der Blick der Aufmerksamkeit folgt, gerät wohl das Netzhautbild von B an Stelle von A ins Netzhautzentrum, aber an der Lokalisation von B ändert sich dadurch nichts, es wird nach wie vor am Orte O_b gesehen; das Netzhautzentrum hat nun allerdings früher in O_a, jetzt in O_b lokalisiert, aber es ist auch auf das natürlichste erklärt, wieso es dazu kommt: das Netzhautzentrum übernimmt einfach die Lokalisation, die gleichsam von der Aufmerksamkeit bereits vorgefunden worden ist.

Dieser Gedankengang befriedigt so lange, als man sich mit dem objektivistischen Gewande, in dem er sich darbietet, begnügt. Sobald man sich aber darauf besinnt, daß wir es in erster Linie nicht mit objektiven Örtern sondern mit Ortsvorstellungen zu tun haben, und man daraufhin versucht, den Vorgang als das, was er ist, nämlich als Vorstellungs-Wandel (Ablauf) auszudenken, so merkt man, daß das Gebotene nicht ausreicht.

Der fixierte Gegenstand wird an dem dem wirklichen Orte O_a entsprechenden Sehorte Ω_a wahrgenommen (also auch empfunden, vorgestellt) vermöge des der Netzhautgrube eigenen relativen und der ganzen Netzhaut zu dieser Zeit eigenen absoluten Raumwertes. Analoges gilt für den indirekt gesehenen Gegenstand in O_b, bzw. Ω_b. Jeder der beiderlei Raumwerte leistet zum Zustandekommen der Vorstellung von Ω_a sowohl wie zu der von Ω_b einen bestimmenden Beitrag, über dessen Natur und Wesenheit, sowie Zusammenwirken und Verschmelzen wir nicht das mindeste auszumachen brauchen, und den wir ganz gut als Sehfeld-, bzw. Blickfeldfaktor bezeichnen könnten, wenn wir ihn nicht lieber, um nicht den Anschein zu erwecken, daß wir den Boden der besprochenen

Theorie verlassen, relativen, bzw. absoluten Faktor nennten. Nur das wissen wir — im Sinne der Theorie — von den beiden Faktoren, daß der relative von der Lage des Netzhautbildchens auf der Netzhaut, der absolute von der Aufmerksamkeitsrichtung abhängt. In der Ausgangsstellung (I) vor dem Aufmerksamkeits- oder Blickwechsel ist nun die Vorstellung von Ω_a, welche wir mit V_a^I bezeichnen wollen, ein Produkt des der ganzen Netzhaut zu dieser Zeit eigenen absoluten Faktors f^I und des dem Netzhautzentrum eigentümlichen relativen Faktors f_z, also $V_a^I = (f^I, f_z)$, ganz analog $V_b^I = (f^I, f_s)$, wobei f_s den relativen Faktor der seitlichen Netzhautstelle bedeutet, an dem sich in Stellung I der Gegenstand b abbildet. Dabei gilt, daß V_a^I gleich ist der Vorstellung vom wirklichen Orte O_a oder vom Sehorte Ω_a; wir können also schreiben $V_a^I = V(\Omega_a)$ und analog $V_b^I = V(\Omega_b)$. Da ferner der Theorie gemäß A sowohl wie B am selben Orte gesehen werden sollen, gleichgültig welche Stellung das Auge eben hat, so darf in dieser Gleichsetzung auch auf den Augenlagenexponenten verzichtet werden, so daß es heißt $V_a = V(\Omega_a)$, $V_b = V(\Omega_b)$.

Der — man möchte fast sagen — Kunstgriff der Theorie besteht nun darin, daß der Ort von B noch während der Stellung I aufmerksam erfaßt wird, B also bereits bestimmt lokalisiert erscheint, bevor es noch fixiert ist, und diese Lokalisation, sobald die Blickbewegung der Aufmerksamkeit nach B gefolgt ist, vom Netzhautzentrum nur übernommen zu werden braucht, sonst aber vonseiten des Raumsinnes nichts zu geschehen hat und der Fixationswechsel unmittelbar nur bewirkt, daß die erstrebte Folge des Deutlichersehens von B eintritt.

Es soll also dem Blick oder dem Netzhautzentrum, indem es sich auf B wendet, gleichsam von der Aufmerksamkeit — man gestatte der Einfachheit halber die hypostasierende Ausdrucksweise — bereits die Lokali-

sation B, d. h. die Vorstellung des Ortes von B vorgehalten werden. Wie ist diese Vorstellung beschaffen, wie ist sie zusammengefügt, woraus entstanden?

Man kann sich dies nur folgendermaßen zurechtlegen. Wenn sich die Aufmerksamkeit auf einen Ort richten soll, so muß dieser Ort vorgestellt sein, die Vorstellung des Ortes muß, wie es in unserem Falle ohnedies verwirklicht ist, vorliegen. Die Vorstellung des Ortes von B nun, wie sie vorliegt in dem Momente, da die Aufmerksamkeit auf ihn hingezogen wird, ist die Vorstellung $V_b^I = (f^I, f_s) = V(\Omega_b)$. Es sind nun zwei Fälle möglich. Entweder bedient sich die Aufmerksamkeit, um sich dem Gegenstande Ω_b zuzuwenden, der Vorstellung V_b^I. Dann ist aber der Grundgedanke der Theorie aufzugeben, demzufolge, sobald die Aufmerksamkeit von Ω_a auf Ω_b übergeht, f^I durch f^{II} ersetzt wird. Oder es tritt tatsächlich, während dem eben die Aufmerksamkeit von Ω_a auf Ω_b übergeht, f^{II} an Stelle von f^I; dann käme aber zunächst eine Vorstellung $(f^{II}\ f_s)$ zustande, die nicht mehr Vorstellung von Ω_b ist, also nicht geeignet wäre, für die Neueinrichtung der Raumwerte nach der Bewegung als Anhaltspunkt oder Wegweiser zu dienen. Die brauchbare neue Vorstellung von Ω_b könnte nur die Form $(f^{II}\ f_z)$ haben. Damit aber diese Vorstellung zustande komme, dazu ist, wie leicht ersichtlich, notwendig, daß nicht nur die Translokation der Aufmerksamkeit sondern auch die Augenbewegung bereits abgelaufen sei. Dann muß aber die neue Lokalisationsweise eben schon in Kraft getreten sein, und es ist zu spät, dem Sehsubjekt jetzt erst die Vorstellung der neuen Lokalisation gleichsam vorzuhalten, damit es sich in der neuen Augenstellung darnach richte. Diese letzte Möglichkeit ist also gleichfalls unannehmbar. Mit andern Worten: Die Aufmerksamkeit ist, unter den Voraussetzungen der Theorie, nicht, wie es der Grundgedanke der Theorie

verlangt, imstande, für das Netzhautzentrum, wenn es in die neue Einstellung kommt, die neue Ortsvorstellung gleichsam schon bereitzuhalten, damit sie von diesem nur übernommen zu werden braucht und so das neue absolute Lokalisationssystem eingerichtet sei. Denn eben diesen Voraussetzungen nach ist aus $V_b{}^I = (f^I, f_s) = V(\Omega_b)$, sobald sich die Aufmerksamkeit dem Ω_b zuwendet, sofort die Vorstellung eines anderen Ortes (nicht mehr von Ω_b) geworden, weil damit sofort an Stelle von f^I das f^{II} zu treten hat. Soll die dadurch gegebene Veränderung der Ortsvorstellung hintangehalten werden, so geht das nur durch einen gleichzeitigen Übergang von f_s in f_z, die Blickbewegung muß also streng gleichzeitig mit der Aufmerksamkeitstranslokation erfolgen; und die Ortsvorstellung, der sich die Aufmerksamkeit zuzuwenden hätte, damit sie dem Auge nach der Bewegung die Lokalisation vorschreibt, ist zu Beginn der Aufmerksamkeitstranslokation noch gar nicht da und wird erst zugleich mit der Bewegung fertig, kann also nicht dem Auge noch in seiner ersten Stellung von der Aufmerksamkeit zur Neueinrichtung des Lokalisationssystems gleichsam vorgehalten werden. Kurz, man kann nicht verlangen, daß sich die Aufmerksamkeit einem Gegenstande zuwende, dessen Vorstellung erst dadurch zustande kommt, daß sich die Aufmerksamkeit ihm zuwendet. Die Aufmerksamkeit kann sich ja nur unter der Bedingung einem Gegenstande zuwenden, daß er vorgestellt ist. Die andere Vorstellung des Ortes von B aber, die schon von Anfang an vorliegt, nämlich $(f^I f_s)$, kann hier nicht helfen, weil sie eben dadurch, daß sich die Aufmerksamkeit ihr zuwendet, zerstört wird. Auf jeden Fall läßt es die Heringsche Theorie völlig ungeklärt, woher der neue absolute Raumwert kommen soll; denn ihr Grundgedanke, daß die Ortsvorstellung bereits gegeben vorliege und nur vom Sensorium, wenn das Auge in die neue Stellung

kommt, gleichsam übernommen zu werden braucht, ist nicht stichhaltig, da, wie wir gesehen haben, eben diese Vorstellung durch Aufmerksamkeitsrichtung und Blickwendung erst geschaffen werden muß. Dazu kommt noch, daß, wie sich gleichfalls ergeben hat, die Blickbewegung mit dem Aufmerksamkeitswandel streng gleichzeitig ablaufen müßte, und man daher keinen Anlaß hat, in dieser mehr als in jener die Ursache der Verschiebung des absoluten Raumwertes zu finden, zumal die Gründe, die Hering dafür beibringt, wie sich noch zeigen wird, keineswegs eindeutig beweisend sind.

Die Heringsche Theorie in ihrer gegenwärtigen Form kann also schon aus diesen inneren Gründen nicht recht befriedigen. Freilich mögen diese Gründe manchem zu haarspalterisch erscheinen. Dem sei entgegengehalten, daß die Unterscheidung zwischen Haarspalten und scharfem Denken subjektiv ist, und daß, wenn es sich um die Prüfung der inneren Logik einer Theorie über so subtile Dinge handelt, eben haarscharfes Denken allein zum Ziele führt. Übrigens bietet die Theorie der Kritik auch Angriffspunkte von außen dar, und da sind es, wie wir nun sehen werden, handgreiflichere Dinge, die ihr entgegenstehen.

Auf eines unter ihnen weist Hering selbst auch hin[126]; es dürfte aber doch ernsthafter in Betracht kommen, als er meint. Wir können die Aufmerksamkeit auch auf indirekt Gesehenes lenken, bei einiger Übung in beliebiger Dauer und ohne daß Störungen durch unwillkürliche Blickbewegungen einträten; der Blickreflex wird eben willkürlich von Anfang an ganz ausgeschaltet und unterdrückt. Die Aufmerksamkeit ist dabei auf das peripher Gesehene konzentriert, zum mindesten, wenn Hering recht hat, daß sie dann nur über ein größeres Gebiet sich ausdehnt, in dem auch das direkt Gesehene noch liegt,

ist sie dem einen indirekten Punkte hauptsächlich und in erster Linie zugewendet, er gibt das Zentrum des Aufmerksamkeitsgebietes ab. Und dennoch ändert sich der absolute Raumwert nicht, es kommt zu keinen Scheinbewegungen, so wie es sein müßte, wenn die absolute Lokalisation dem Aufmerksamkeitszentrum folgte — und man kann doch immer nur von einem solchen reden, gleichviel wie weit das Aufmerksamkeitsgebiet sich sonst erstreckt. Recht deutlich wird dies, wenn die Aufmerksamkeit nicht durch Gesichts-, sondern z. B. durch Gehörsreize plötzlich angezogen wird, zumal wenn sie außerhalb des augenblicklichen Sehraumes liegen und dann, wie es oft genug vorkommt, keine Kopf- noch Augenbewegungen verursachen. Von Interesse ist auch der ganz gewöhnliche Fall, daß die Aufmerksamkeit überhaupt nicht bei den Gesichtseindrücken weilt. Die Augen machen dabei unwillkürlich viele Bewegungen, denen der absolute Raumwert gleichwohl vollkommen Rechnung trägt. Und auch nach längerem Verweilen im Dunkelraum, wenn die Gedanken mit gar nichts Sichtbarem beschäftigt waren, lokalisiert man, wenn plötzlich eine Lichtmarke auftaucht, der Höhe und der Breite nach mit großer Richtigkeit. Ja jede längere Unterbrechung der Regulierung unseres Blickes durch die Aufmerksamkeit müßte für die absolute Lokalisation verhängnisvoll werden; denn immer bliebe sie ja zugleich auch von der unmittelbar vorausgegangenen Aufmerksamkeitsrichtung abhängig — wir wollen nicht erst fragen, wie denn der erste Anfang dieses Spiels zu denken wäre.

Das bekannte unwillkürliche Wandern der Nachbilder bei geschlossenen Augen ist vom Standpunkte der Heringschen Theorie aus teilweise unverständlich. Da ein und dasselbe Nachbild, solange es vorhanden

ist, natürlich immer ein und derselben Netzhautstelle angehört, so kann dieses Wandern nur auf einer Änderung des absoluten Raumwertes beruhen. Aber woher soll eine solche Änderung kommen? Das Nachbild wandert ja gelegentlich auch dann, wenn es dem Netzhautzentrum angehört und man die Aufmerksamkeit mit aller Absicht auf seinen scheinbaren Ort richtet und unverwandt gerichtet hält; und wandert ebenso auch dann, wenn man während seiner Gegenwart mit der Aufmerksamkeit überhaupt nicht im Sehraum weilt.

Auch Tatsachen aus entfernteren Gebieten machen Schwierigkeiten. Das monokulare Doppeltsehen, das bei gewissen Fällen von Strabismus, zwar nicht häufig, vorkommt, nun aber doch endgültig sichergestellt erscheint[127], kann, will man nicht noch Wichtigeres preisgeben aus der Theorie des räumlichen Sehens, doch nur der absoluten Lokalisation zugeschrieben werden; wie aber sollte es sich erklären lassen, wenn diese durch die jeweilige Aufmerksamkeitsrichtung gegeben ist? — Andere Arten des Schielens sind dadurch charakterisiert, daß das mit jedem einzelnen der beiden Augen direkt Gesehene annähernd richtig lokalisiert wird[128]; dies gleichfalls eine Sache der absoluten Lokalisation, doch eine, die ganz unmöglich sein müßte, wenn diese mit der „Aufmerksamkeitsrichtung" identisch wäre. — Wie kommt es ferner, daß Scheinbewegungen bei angeborenem Nystagmus fehlen, bei erworbenem jedoch einzutreten pflegen? Auch da bedürfte es nicht ungezwungener Hilfsannahmen, um das Zusammenstimmen mit der Theorie zu wahren; denn es verhält sich ja die Aufmerksamkeit in beiden Fällen, soviel bekannt, ganz gleich.

Man sieht, der Gesichtspunkte und Tatsachen sind nicht wenig, mit denen sich gütlich abzufinden der

Theorie recht schwer werden dürfte. Dazu kommt nun aber noch, daß auch die Beweistatsachen, auf die sie selbst sich zu berufen pflegt, genau besehen nicht so eindeutig sind, als es für einen Beweis erforderlich wäre. Wir wollen Punkt für Punkt daraufhin untersuchen.

Zunächst den Fall der Augenmuskellähmung. Die Erfahrung in der Gestalt, wie sie von Hering angeführt wird[129], entspricht, wie es nicht anders zu erwarten ist, den Tatsachen, wenn auch nur den äußerlich faßbaren. Weshalb sollte sich aber die Aufmerksamkeit des Kranken, wenn er das linke (gesunde) Auge schließt, und nur deshalb, nach rechts wenden? Es ist nicht abzusehen, warum, und ist wohl auch nicht der Fall. Auch ist die Erklärung der auftretenden Scheinbewegung nicht darauf angewiesen. Man wird kaum fehlgehen, wenn man den Fall nach unserer heutigen Kenntnis des Strabismus folgendermaßen auffaßt; oder, genauer genommen, es bieten sich von da aus nicht weniger als drei verschiedene Möglichkeiten, den Fall zu verstehen, ohne daß der Aufmerksamkeit dabei irgendeine ausschlaggebende Beziehung zum absoluten Raumwert zugeschrieben werden müßte. Entweder es handelt sich um einen Fall mit sogenannter anomaler Sehrichtungsgemeinschaft; die Netzhautgrube des einen, z. B. des Schielauges, lokalisiert nicht am gleichen Ort wie die Netzhautgrube, sondern wie ein entsprechend seitlich gelegener Punkt des gesunden Auges, und zwar stimmt die Divergenz der Sehrichtungen der beiden Netzhautgruben in der Regel mit dem Schielwinkel überein, so daß die Objekte mit jedem Auge annähernd am richtigen Orte gesehen werden. Dazu kommt, daß sich dabei das Gesamtsehfeld des beidäugigen Sehens aus rein monokularen Bestandteilen zusammenzusetzen

pflegt, indem zumeist das Sehfeld des gesunden Auges das des Schielauges in seiner ganzen Ausdehnung unterdrückt bis auf die zentrale Partie desselben, die ihrerseits wiederum über die mit ihr zusammenfallende periphere Partie des anderen Sehfeldes obsiegt. Wird nun das gesunde (linke) Auge exkludiert, so tritt das ganze Sehfeld des Schielauges rein hervor, und der vom exkludierten (linken) Auge vorher direkt gesehene Gegenstand erscheint nun tatsächlich zwar an derselben Stelle, aber im indirekten Sehen (rechtsperipher). Seine relative Lokalisation hat sich sonach verschoben, er wird, nachdem er vorher mit dem Netzhautzentrum gesehen worden ist, nunmehr, ohne daß eine Augenbewegung stattgefunden hätte, mit einer seitlichen Partie gesehen, und das kann bei einiger Unaufmerksamkeit leicht den Eindruck machen, er sei nach rechts gerückt. — Oder der Fall liegt anders, nämlich so. Es handelt sich nicht um einen Strabismus mit anomaler Sehrichtungsgemeinschaft, sondern um sogenannte ungestörte normale Korrespondenz. Das direkt Gesehene des einen Auges erscheint am selben Ort wie das direkt Gesehene des andern; nur sind es wegen des Strabismus verschiedene Gegenstände. Der gleiche Gegenstand erscheint daher im Doppelbilde, oder richtiger, müßte im Doppelbilde erscheinen, wenn nicht die Bilder des jeweils schielenden Auges in der Regel durch innere Hemmung unterdrückt würden. Das dem Schielauge zugehörige Bild des vom gesunden Auge fixierten Gegenstandes liegt daher seitlich (in unserem Falle rechts) von dessen Lage für das gesunde Auge, und tritt hervor, sobald das letztere verschlossen wird. Es ist natürlich, daß dadurch der Schein einer Verschiebung (nach rechts) eintritt. Ein Wandel der absoluten Raumwerte ist dazu nicht erforderlich, aller-

dings auch keine Translation der Aufmerksamkeit, und zwar dies hier gerade so wenig, wie wenn durch Alternieren der Halbbilder eines Doppelbildpaares Scheinverschiebungen zustande kommen. — Zur dritten Erklärungsmöglichkeit schließlich ist es allerdings notwendig, daß die Beobachtung etwas anders angestellt und gefaßt wird, als Hering sie anführt, und in der Gestalt gebracht wird, wie sie zumeist erscheint und daher bekannter ist. Es handelt sich da nicht um eine Scheinbewegung, die im Momente der Exklusion des gesunden Auges auftritt. Das gesunde Auge ist dauernd verschlossen, und der Patient intendiert nun eine Augenbewegung im Sinne der Kontraktion des gelähmten Muskels (z. B. des äußeren Geraden des rechten Auges). In diesem Augenblick tritt eine Scheindrehung der Umgebung (nach rechts) auf. Die Ursache derselben ist nach Hering, daß sich mit der Bewegungsintention die Aufmerksamkeit nach rechts gewendet, dadurch der absolute Raumwert einen Zuwachs nach rechts erhalten habe, und da die Augenbewegung wegen der Muskelparese ausgeblieben, der relative Raumwert der Netzhautbilder also derselbe geblieben sei, so müsse notwendig die Scheinbewegung resultieren. Es ist nicht zu leugnen, der Gedankengang stimmt hier und ist in sich geschlossen. Aber angesichts der zahlreichen Gegeninstanzen, die wir der Theorie schon aufgesammelt haben, und angesichts des Umstandes, daß dies Argument geradezu vereinsamt dasteht, wird man sich doch fragen dürfen, ob Herings Theorie denn wirklich die einzige Erklärungsmöglichkeit der vorgeführten Erfahrung ist. Und das mag schwerlich zu behaupten sein. Denn wenn man sich auch nicht darauf berufen will, daß ja das zweite gesunde, aber exkludierte Auge den gleichen Bewegungsimpuls erhält und ihm auch folgt

— es kann übrigens künstlich fixiert werden —); daß ferner vielleicht Residuen der im ganzen durch die Parese allerdings behinderten Muskelaktion vorhanden sind (— es ist ja an der Rechtswendung z. B. des rechten Auges nicht nur der äußere Gerade beteiligt, wenn ihm auch weitaus die Hauptleistung zufällt); wenn man sich auch nicht auf die wahrscheinlich mit Recht verpönten „Innervationsempfindungen" zurückziehen wird wollen; so ist es dagegen doch nicht undenkbar, daß das Ergebnis einer sensorischen Funktion der Augenmuskeln, als was ja unser „Blickfeldfaktor" zu fassen wäre, auch dann einmal, sei's, wenn man will, durch Autosuggestion, sei es durch Assoziation, vielleicht etwas herabgesetzt, anklingt und zur Geltung kommt, wenn der normale Anlaß, die Muskelaktion, ausbleiben muß, sonst über die ganze Haltung des Subjektes die ist, die im normalen Zustande die Muskelkontraktion verursacht. Ist doch normalerweise nichts inniger im Subjekte miteinander verkettet, als Bewegungsintention und Bewegung, somit auch, wenn die Bewegung mit dem Blickfeldfaktor zusammenhängt, auch dieser mit der Intention. Und daß es sich hier möglicherweise wirklich nur um ein auf solchem anomalen Weg zustande kommendes Surrogat des Blickfeldfaktors handelt, das scheint darin Bestätigung zu finden, daß diese Scheinbewegung doch minder handgreiflich, weniger lebendig, anschaulich, entschieden, ausgesprochen — es ist schwer zu beschreiben — ausfällt als ein normal zustande kommender Bewegungseindruck. Man kann sich davon überzeugen, wenn man (nach Mach) den beiden Augen künstlich die Beweglichkeit entzieht, indem man sie recht weit zur Seite wendet und dann mit Glaserkitt in dieser Stellung gut fixiert. —

Von dem an zweiter Stelle zugunsten der Heringschen Theorie mitgeteilten Versuch (mit dem extrem seitlich gelegenen Fixationsobjekt)[130] sagt Hillebrand gelegentlich der Publikation selbst, er erkläre sich analog den Beobachtungen bei Augenmuskellähmung. Insoweit als dies richtig ist, gelten die gegen die Beweiskraft dieser Beobachtungen eben vorgebrachten Bedenken jedenfalls auch gegen ihn. Es kann jedoch hinzugefügt werden, daß die Analogie infolge verschiedenen inneren Verhaltens des Subjektes in den beiden Fällen nicht ganz unwesentlich gestört ist. Hier handelt es sich dem Subjekte darum, die einmal gewonnene Fixation (des seitlich gelegenen Punktes) festzuhalten, dort, eine Bewegungsabsicht auszuführen (denn nur auf diesen Fall kann sich die Behauptung der Analogie beziehen). Es könnte also, wenn man dies für eine erschöpfende Charakteristik der Sachlage nimmt, zu einer Aufmerksamkeitstranslation, wie sie von der Heringschen Theorie vorausgesetzt wird, hier gar nicht kommen; oder höchstens unter der Voraussetzung, daß das Auge nach gewisser Fixationsdauer infolge Muskelermüdung aus der Fixationsstellung unvermerkt ein wenig zurückgleitet — wobei dann aber zur Erklärung der beobachteten Scheinbewegung auch noch die zweite, der ersten, von Hillebrand angenommenen, gleichwertige Möglichkeit zur Verfügung steht, nämlich daß es die beim Zurückgleiten des Auges zustande kommende Verschiebung des Netzhautbildchens auf der Netzhaut ist, was die Scheinbewegung verursacht. Schließt man jedoch diese übrigens recht naheliegende Eventualität aus und zieht nur solche Fälle in Betracht, in denen die strenge Fixation der seitlichen Marke tatsächlich nicht, auch nicht vorübergehend oder momentan, verloren geht (es müßte allerdings wahr-

cheinlich erst noch festgestellt werden, ob es solche Fälle denn auch gibt), dann paßt die Beobachtung unmittelbar nicht mehr auf Herings Theorie, weil von einer Aufmerksamkeitstranslation im eigentlichen Sinne dann nicht mehr die Rede sein kann; nur eine allmähliche Steigerung der Innervation müßte dann, zur Aufrechterhaltung der Fixation trotz abnehmender Muskelkraft, platzgreifen — wobei es freilich wieder unklar ist, auf welches psychische Agens hin die Innervationssteigerung eintreten oder wodurch sie ausgelöst werden sollte. Innervation und Aufmerksamkeit sind aber nicht dasselbe, und wir wissen auch, daß es Innervation, vielleicht sogar auch willkürliche, ohne Aufmerksamkeit gibt. Beruht die beobachtete Scheinbewegung auf bloßer Innervationssteigerung, so hat sie also mit der Heringschen Theorie streng genommen eigentlich nichts zu tun. —

Auch die Gegenfälle, die zum Beweis der Heringschen Theorie angeführt zu werden pflegen — „Augenbewegungen ohne Aufmerksamkeitstranslation, so daß es zu Scheinbewegungen kommt" — sind nicht zwingend. Der psychophysische Mechanismus des Gesichtsschwindels ist, trotz der Verdienste Purkinjes, Machs, Cyons, Breuers, Kreidls u. a. m., an sich bereits noch lange nicht so zuverlässig aufgeklärt, als es eine auf ihn gegründete, zwingende Beweisführung erforderte. Aber auch davon abgesehen scheint es fraglich, ob er denn wirklich im Sinne Herings anzuführen ist. Es ist ja richtig, daß bei Gesichtsschwindel sich die Gegenstände der Umgebung in Ruhe befinden, also keine Veranlassung vorliegt, die Aufmerksamkeit, um die Gegenstände dauernd zu betrachten, nach und nach auf verschiedene Orte des wirklichen Raumes zu lenken. Das ist aber auch ganz irrelevant — wenn es auch unvermerkt mit-

gespielt haben mag bei der Interpretation des Falles. Es handelt sich um das, was im Sehraum vorgeht, und da bewegen sich die Gegenstände. Die Aufmerksamkeit folgt nun aber tatsächlich den Sehdingen in ihrer Bewegung, wie man bei genauer Beobachtung des Falles zugeben wird; man sieht dem sich (scheinbar) bewegenden Gegenstande gleichsam nach, verfolgt seine Drehung, freilich nur mit der Aufmerksamkeit, nicht mit den Augen, die in diesem Zustande der Aufmerksamkeitsrichtung eben nicht gehorchen. Es ist nicht richtig, daß die Scheindrehung aufhört, wenn man einen Punkt der Umgebung scharf ins Auge faßt; der Punkt dreht sich trotzdem weiter und die Folge ist nur die, daß ihm die Aufmerksamkeit nur um so sicherer nachgeht. Wie nun die Scheindrehung richtig zu erklären ist, muß hier dahingestellt bleiben.[131] Sicher ist aber, daß sie kein zwingendes Argument zugunsten der Theorie Herings abgibt.

Was schließlich die Scheinbewegung der ruhenden Umgebung bei passiven Augenbewegungen anlangt, so kann sie einfach deshalb nicht als zwingender Beweis hingenommen werden, weil sich dieser Fall von dem der aktiven Augenbewegung, bei dem die Sehdinge in Ruhe bleiben, nicht nur durch das Fehlen der Aufmerksamkeitstranslation unterscheidet, vielmehr auch sonst, der nervösen und mechanischen Seite des Vorganges nach, sehr wesentlich von ihm verschieden ist.[132] —

Das Ergebnis dieser Besprechung der Heringschen Theorie ist also folgendermaßen zusammenzufassen. Die Beweisgründe, die in ihrem Sinne angeführt zu werden pflegen, sind nicht zwingend. Eine Reihe anderer Beobachtungen läßt sich mit ihr schwer oder gar nicht in Einklang bringen. Es handelt sich nun

arum, festzustellen, in welchem Ausmaße der In-
alt der Heringschen Lehre von diesem negativen
rgebnis betroffen wird. Da gilt vor allem andern,
aß ihre Grundtendenz ganz unberührt bleibt: Die
weils aktuellen Bewegungsempfindungen haben
it der jeweils aktuellen psychischen Lokalisation im
esentlichen nichts zu tun. Wir sind zur gleichen
nschauung auch schon von anderer Seite her ge-
ommen, nämlich auf dem direkten Wege der reinen
sychologischen Analyse. Unerwiesen erscheint der
weite Punkt, daß nämlich die Bewegung und Lage
er Bulbi an sich für die Lokalisation irrelevant sei;
nd wir haben, wiederum von anderer Seite her,
aten, die direkt das Gegenteil bezeugen. Der dritte
auptpunkt schließlich: Die Aufmerksamkeitsrichtung
t es, was den absoluten Raumwert bestimmt, muß
ch sehr wesentliche Einschränkungen und nähere
estimmungen gefallen lassen; in seiner allgemeinen
orm genommen ist er entschieden unhaltbar. Was
on ihm übrigbleibt, ist, daß die willkürliche Ein-
ellung der Blickrichtung, jedoch durchaus nicht auf
em Wege etwaiger Innervationsempfindungen, von
nigem Einfluß auf die absolute Lokalisation nach
er Bewegung, gleichviel ob sie adäquat oder inadä-
uat abläuft, zu sein scheint; zwar höchstwahrschein-
ch nur indirekt, nämlich so, daß, da bei jeder will-
ürlichen Bewegung das Ziel derselben, hier die neu
u erfassende Raumpartie, in der Vorstellung des
Willensobjektes naturnotwendig enthalten ist, eben
iese Vorstellung unter Umständen die Wahrnehmung
er neuen Raumpartie durch Autosuggestion beein-
ußt — ein Vorgang, der auch dann zur Geltung
ommen kann, wenn es sich, was ja viel häufiger
t, um eine Blickverschiebung infolge unwillkürlicher
ufmerksamkeit handelt; vielleicht aber auch, wenn

auch in näher noch unbekannter Weise, direkt, freilich ohne daß deshalb zur Lehre der Innervationsempfindungen zurückzukehren wäre.

Es ist nun klar, daß dieses suggestive Moment, der eigentliche wahre Kern der Heringschen Theorie, nicht ausreicht, um die ganze absolute Lokalisation allein zu tragen; es kann nur als ein akzessorischer Faktor in Betracht kommen. Die Grundlage muß wo anders zu suchen sein, und nach allem, was wir nun wissen, liegt es nahe, an eine direkte schraumsensorische Funktion des Augenbewegungsapparates zu denken.[133] Es ist freilich heute, da wir uns fast nur auf indirektem Wege zu dieser Annahme geführt sehen, noch schwer, Näheres über den physischen und psychischen Mechanismus dieser Funktion zu sagen; aber ihr Endprodukt, die psychische absolute Lokalisation, finden wir vor, und wenn wir uns fragen, wie wir zu ihm kommen, ist die Annahme einer solchen Funktion immer noch die plausibelste. Direkt nahegelegt wird sie durch die denn doch nicht hinwegzuleugnende Tatsache, daß mit bestimmten Augeneinstellungen bestimmte Lokalisationsweisen relativ fest verknüpft sind. Bei symmetrischer Konvergenz stellt sich in normalen Fällen geradezu zwingend die Lokalisation „gerade vorne" ein, bei einer gewissen mäßigen Senkung der Blickebene die Lokalisation „gleich hoch mit den Augen"[134]; und so entsprechend, wenn auch bei den übrigen Einstellungen wegen der weniger charakteristischen Lokalisation weniger bestimmt, auch bei den übrigen Einstellungen. Ganz besonders günstig sind für diese Annahme die oben erwähnten und andere ähnliche Erfahrungen an Schielenden; sie lassen sich mit ihrer Hilfe am einfachsten verstehen.

Um diese Auffassungsweise mit unserer psycho-

ogischen Analyse in Zusammenhang zu bringen, ätten wir nur noch zu konstatieren, daß es eben er b-Faktor ist, in dem die angenommene sensorische unktion des Bewegungsapparates psychisch zutage eten müßte. Gedanken über den Ursprung und die ntwicklung dieser Funktion aus dem Zusammenhang wischen Augenstellung und Raumperzeption ist der eiteste Spielraum gelassen; nur müßte die Tatsache espektiert werden, daß die entwickelte Funktion, wie e heute beim normalen Individuum vorliegt, durchus empfindungsmäßigen Charakter hat und keine ermittlung erkennen läßt. Und schließlich wäre anmerken, daß die Energie (Stärke, Intensität, Widerandskraft) des b-Faktors als relativ gering gedacht erden muß, da er erfahrungsgemäß durch zentrale eproduktive) Momente, Einflüsse der Erfahrung und llerlei Täuschungen leicht gestört und überwunden ird.

3. Erst durch das Zusammenwirken des b-Faktors it dem s-Faktor kommt eine nach Höhe und Breite n bezug auf den Standort des Subjektes) eindeutig estimmte Lokalisation zuwege. Der s-Faktor für ch allein könnte nur die Lage relativ zum Zentrum nd den Grenzen des jeweiligen Gesichtsfeldes erben, während die Lage dieses Gesichtsfeldes selbst m Subjekte für ihn ganz irrelevant bliebe.

Gleichwohl bleibt alles, was wir in den früheren bschnitten bei vorläufiger Vernachlässigung des baktors über die s-Lokalisation beigebracht haben, ormalerweise in der Hauptsache auch jetzt ganz nverändert. Solange es sich lediglich um die relative okalisation im Sehfelde, zumal im monokularen, andelt, ist dies selbstverständlich; denn der b-Faktor nes Auges trifft ja alle Punkte des gleichzeitigen

Sehfeldes in gleichem Sinn und gleichem Ausmaß. Indes beim binokularen Sehen ist es bereits Sache empirischer Verifikation. Nimmt man nämlich, wie es sich als zweckmäßig erweist, den Begriff der korrespondierenden Netzhautpunkte lediglich als eine Angelegenheit der beiden s-Faktoren, indem man, wie wir es getan haben, sie als jene Punktpaare definiert, deren (Raum-)Empfindungen, von dem der absoluten Lokalisation dienenden Faktor abgesehen, gleiche Qualität haben, so ist es schon nicht mehr von vornherein ausgemacht, daß das Hinzukommen des b-Faktors, also die Identifizierung der Sehraumpunkte mit bestimmten, ihrer Richtung nach zum Subjekt (genauer dem Subjektsorte im phantasiemäßig erweiterten Sehraume) festgelegten Punkten, keine Verschiebungen mit sich bringt. Es ist aber, wie wir gesehen haben, tatsächlich so; denn was wir an Verschiebungen beim binokularen Sehen gegenüber dem monokularen zu konstatieren hatten, vor allem die Aufhebung der Diskrepanz gegenüber der objektiv Vertikalen, das ist wohl ohne Frage als gegenseitiger Ausgleich der beiden monokularen s-Faktoren anzusehen. Es folgt daraus, daß die beiderseitigen b-Faktoren entweder gleichfalls gleiche Richtung und gleiches Ausmaß haben, oder daß sie, wenn sie bei monokularem Sehen etwa verschieden wirken, sich bei binokularem Sehen ausgleichen. Denn es wäre sonst nicht möglich, daß korrespondierende Punkte ein Einfachsehen ergeben. Welche von den zwei Eventualitäten den Tatsachen entspricht, wird weiter unten zur Erörterung kommen. —

Die Aufgabe der Zuordnung von Reiz und Empfindung, vorliegenden Falles von Punkten des wirklichen Raumes zu Punkten des (durch die Augenbewegungen erweiterten) Sehraumes, wäre nun neuer-

lings zu behandeln. Einen Teil dieser Aufgabe haben wir jedoch implizite bereits erledigt, als wir die analoge Zuordnung für das unbewegte Auge der Primärstellung untersuchten. Es ist natürlich, daß die Erfahrungsdaten, die uns damals zur Verfügung standen, den b-Faktor auch schon in sich enthielten, wenn auch nur den einer einzigen Augenlage, der Primärstellung. Wir wollen nun aber den Rest der Aufgabe nicht in gleicher spezialisierender Weise vornehmen, sondern uns damit begnügen, das allgemeine Gesetz aufzusuchen, dem diese Zuordnung, d. i. die Lokalisation in jeder der einzelnen Augenstellungen entspricht.

Um diesem Gesetz eine einfache Gestalt zu geben, ist es zweckmäßig, sich des von uns bisher kaum nebenbei erwähnten Begriffes der „Sehrichtung" zu bedienen. Es wäre vielleicht auch für die Folge nicht unbedingt unerläßlich, ihn einzuführen. Das Raumsehen bringt eben ursprünglich nicht Richtungen zur Wahrnehmungsvorstellung, sondern Örter, absolute (Seh-)Ortsbestimmungen, und wir haben dieser Tatsache bisher dadurch bestens Rechnung getragen, daß wir bei der Zuordnung von Raumreiz und Raumempfindung eben nicht von Sehrichtungen, sondern immer nur von Sehörtern gesprochen haben und diese Sehörter nach ihrer absoluten Beschaffenheit bestimmten. Nun war es dabei schon bisweilen eine etwas mißliche Sache, diese Bestimmung mit der nötigen Deutlichkeit und Präzision zu geben. In dem durch die Augenbewegungen erweiterten Sehraum würden diese allerdings rein äußerlichen, technischen Schwierigkeiten noch viel erheblicher werden. Hauptsächlich aus diesen Bequemlichkeitsgründen also wollen wir uns im folgenden auf den Begriff der Sehrichtung stützen.

Dazu ist es aber vor allem nötig, diesen so hand-

lichen Begriff durch eine kurze Erläuterung einzuführen. Wir halten uns dabei in der Hauptsache an Hering[135], dem es zu verdanken ist, daß wir an diesem Begriff ein theoretisch und methodisch brauchbares Hilfsmittel besitzen, werden uns aber nicht scheuen, einiges nach eigenem Ermessen einzufügen.

Die Sehrichtung ist eine Richtung im Sehraum. Aber nicht jede Richtung im Sehraum ist eine Sehrichtung, sondern nur jene, in der, wie man zunächst kurz und natürlichst sagen zu können meinen möchte, das Subjekt den Gegenstand bestimmter (Seh-)Richtung sieht. Nun wird man dem freilich entgegenhalten, daß es im Sehraum weder ein Subjekt noch ein Sehen gibt; denn Subjekt und Sehen sind realer Gegenstand oder Vorgang an realen Gegenständen, der Sehraum dagegen ist als immanenter Gegenstand etwas nicht Reales, Ideales. Aber es bedarf nur einer geringfügigen Übersetzung des Ausdruckes, um den im übrigen durchaus gesunden Gedanken korrekt herauszustellen. Um sagen zu können, ich sehe etwas in einer bestimmten Richtung (in der es vielleicht in Wirklichkeit gar nicht ist), ist es erstens nötig, daß ich den Sehraumort des Sehdinges in der Vorstellung habe. Der genügt jedoch natürlich noch nicht, um eine Richtung erfassen zu lassen; dazu ist die Vorstellung von zwei Punkten notwendig. Der zweite Punkt also, der für die Sehrichtung verständigerweise allein in Betracht kommen kann, ist der Ort des sehenden Auges. Aber nicht des sehenden Auges als wirklichen Dinges; denn dieses befindet sich an einem Orte des wirklichen Raumes, und es ist natürlich in sich unmöglich, eine Richtung von einem Punkte des wirklichen Raumes zu einem Punkte des Sehraumes zu konzipieren. Es kann sich also

nur um den Ort des dem Auge entsprechenden Sehdinges im Sehraume handeln. Nun ist freilich das sehende Auge sich selbst direkt niemals als Sehding zugänglich; der Fall der Spiegelung hat hier keine Stelle. Aber was die Wahrnehmungsvorstellung selbst nicht bietet, das läßt sich unter günstigen Umständen bis zu gewissem Grade durch die Phantasie ergänzen. Wir sehen das Auge tatsächlich zwar nicht, aber wir können uns den Ort und dessen Lage zu den Sehorten sichtbarer Dinge vorstellen, an denen es erscheinen müßte, wenn es gesehen würde. Kurz, wir können den tatsächlich erscheinenden Sehraum in der Phantasie erweitern, und in dem Teile, der dadurch hinzukommt, liegt der Sehort des Auges. Eine besonders ausgedehnte Erweiterung braucht dies durchaus nicht zu sein, denn der Nasenrücken, bisweilen auch noch andere benachbarte Gesichtspartien sind ja dem Auge stets erreichbar. Der Sehort des Auges ist nun mit dem Sehort irgendeines Sehdinges leicht in räumliche Beziehung zu setzen, und die Richtung, die dabei zur Vorstellung gelangt, ist das, was wir unter Sehrichtung verstehen.

Herings präziseste Definition der Sehrichtung macht einen kleinen Umweg. Er bestimmt sie als die Richtung, die durch zwei bei der gegebenen Augenstellung einander deckende, also hintereinander liegende Sehdinge festgelegt ist.[136] Die Definition hat den Vorzug, auf die Mithilfe der Phantasie nicht angewiesen zu sein; überdies gestattet sie es, dem Lokalisationsgesetze eine so einfache Form zu geben, daß alle weiteren Zusätze und Erläuterungen überflüssig werden. Aber sie verläßt doch den natürlichen Sinn des Gedankens, der in dem Worte Sehrichtung liegt, und führt daher leicht zu einer unnatürlichen, den wahren Sachverhalt in seinen Grund-

lagen eher verhüllenden als aufklärenden Darstellung der Lokalisationstatsachen. Es zeigt sich dies schon darin, daß ihr zufolge von einer Sehrichtung noch nicht gesprochen werden kann, wenn nur ein Sehding im Sehraum vorhanden ist, oder wenigstens nicht zwei hintereinanderliegende, einander deckende Sehdinge vorliegen. In merito fällt sie allerdings mit unserer Definition zusammen; es sind dieselben Richtungen, die beide in einem gegebenen Falle als Sehrichtungen nehmen; und zwar gilt dies ganz ohne jeden erläuternden Beisatz, solange wir uns auf monokulares Sehen beschränken. Denn Sehdinge, die einander decken, erscheinen an derselben Sehstelle; und aus dem Begriffe der Sehstelle geht schon hervor, daß alle Sehraumpunkte, die der gleichen Sehstelle entsprechen, gleiche Richtung zueinander und zum Sehorte des Auges haben. Die Zusätze aber, die von unserer Definition aus bei der Erörterung der Lokalisationsverhältnisse des binokularen Sehens erforderlich werden, sind es gerade, die Sinn und Ursprung dieser Verhältnisse erst recht klarlegen.

Bevor wir nun an die Formulierung des Zuordnungsgesetzes selbst gehen, sei nochmals ausdrücklich daran erinnert, daß wir uns des Richtungsbegriffes dabei nur zur methodischen Vereinfachung der Darstellung bedienen, und daß das ursprünglich einander Zugeordnete, das direkt Gegebene nicht die Richtungen, sondern wirkliche Raumpunkte einer-, Sehraumpunkte andererseits sind.

Jetzt sind wir in der Lage, die untersuchte Zuordnung verhältnismäßig kurz und bündig zu charakterisieren. Wir können sagen: Bei binokularem Sehen erscheinen:

a) alle wirklichen Punkte, die sich in beiden Augen auf korrespondierenden Netzhautstellen ab-

bilden, auf die Sehsphäre bezogen an derselben Sehstelle, auf den Sehraum bezogen an demselben Punkte, eventuell bei verschiedenem Tiefenabstand in einer Geraden hintereinander.

Dieser erste Satz bestimmt die Zuordnung noch lange nicht ausreichend. Er sagt uns auch noch nicht viel Neues. Denn er folgt einfach aus der uns bereits bekannten Tatsache der Netzhautkorrespondenz, sofern wir nur bei dem ihr ursprünglich beigemessenen Sinn verbleiben und bloß den Satz hinzunehmen, daß die beiderseitigen b-Faktoren nach Richtung und nach Ausmaß entweder gleich sind oder, wenn nicht, im Zusammenwirken einander ausgleichen.

Um die Zuordnung ausreichend — nur mehr mit Vernachlässigung der Tiefenabstände — zu bestimmen, wollen wir nun einfach die Richtungen der Richtungslinien des wirklichen Raumes mit den Richtungen des Sehraumes, in denen das erscheint, was in jenen liegt, in Beziehung setzen. Daß alles, was auf ein- und derselben Richtungslinie und auf einem Paar korrespondierender Richtungslinien liegt, im Sehraum tatsächlich in gleicher Richtung zueinander erscheint, ist schon in Satz a ausgesprochen. Wir ziehen zunächst die beiden Gesichtslinien in Betracht und haben als Ausdruck der Erfahrung zu konstatieren:

b) Bei binokularem Sehen erscheint alles, was im wirklichen Raume auf den beiden Gesichtslinien liegt, normalerweise in der (eine Richtung im Sehraum ausmachenden) Geraden des Sehraumes, in der die binokulare Blicklinie, wenn sie sichtbar wäre und richtig lokalisiert würde, erscheinen müßte. (Dabei verstehen wir unter „binokularer Blicklinie" die Winkelsymmetrale des bei der gegebenen

Augenstellung von den beiden monokularen Blicklinien gebildeten Winkels.)

Für die übrigen korrespondierenden Richtungslinienpaare gilt dann

c) alles, was auf einem von den Gesichtslinien abweichenden korrespondierenden Richtungslinienpaare des wirklichen Raumes liegt, erscheint im Sehraum normalerweise auf einer (eine Richtung im Sehraum ausmachenden) Geraden, die von der scheinbaren Lage der binokularen Blicklinie im Sehraum im allgemeinen und annähernd um den gleichen Winkel im gleichen Sinne abweicht wie die Winkelsymmetrale der beiden Richtungslinien von der der beiden Gesichtslinien oder wie jede Richtungslinie von der Gesichtslinie des zugehörigen Auges. —

Man sieht, die Zuordnung ist damit nicht absolut gegeben, sondern nur relativ, „in bezug auf die scheinbare Lage der binokularen Blicklinie", und auch diese Sehraumrichtung selbst läßt sich nicht anders bezeichnen als indirekt durch ihre Zuordnung zur binokularen Blicklinie des wirklichen Raumes. Indes kann ja wohl auch nicht mehr verlangt werden; denn Sehraumelemente sind relativ direkt doch wieder nur durch Sehraumelemente zu bestimmen, oder sie müssen absolut so genommen werden, wie sie sind, wobei dann allerdings die Sprache den Dienst versagt, wenn man nicht wieder zu einem relativen und zwar indirekten Mittel seine Zuflucht nimmt und die Bezeichnung mit Hilfe der Zuordnung zum wirklichen Raum leistet. Letzteres Mittel ist glücklicherweise im vorliegenden Falle besonders leistungsfähig, da wir wissen, daß die Lokalisation der (scheinbaren) binokularen Blicklinie im Sehraum im allgemeinen ziemlich richtig ist.[137]

Mit den unter a, b und c angeführten Sätzen

ist alles gesagt, was zur Charakteristik der untersuchten Zuordnung notwendig erscheint.

Auf den ersten Blick merkwürdig, und deshalb auch vielfach hervorgehoben, stellt sich daran die Tatsache dar, daß Dinge, die in Wirklichkeit in verschiedenen Richtungen vom Subjekte liegen, im Sehraum in derselben Richtung erscheinen können. Selbstverständlich kommt dies nur zur Geltung, wenn man nicht nur Objektpunkte des Horopters, sondern auch solche, die vor oder hinter diesem liegen, mit in Betracht zieht. Solche Objektpunkte erscheinen dann natürlich doppelt, und es kann nur für eines der beiden Halbbilder zutreffen, daß es in der fraglichen Richtung erscheint; das andere liegt abseits. Aber es ist klar, daß dadurch an der angeführten Tatsache selbst nichts geändert, höchstens der erstaunliche Eindruck, den sie erwiesenermaßen fürs erste hervorzurufen pflegt, etwas abgeschwächt wird. Übrigens ergibt sie sich, wie schon erwähnt, als notwendige Konsequenz aus unserem Begriff der Sehstelle und der korrespondierenden Punkte.[138]

Die eigentliche Bedeutung dieser Tatsache hat man jedoch von jeher darin gefunden, daß sie eine handgreifliche Widerlegung der sogenannten „Projektionstheorie" abgeben soll. Ihre Verwendung in diesem Sinne rührt gleichfalls von Hering her, und von ihm ist auch eine Form angegeben worden, sie in ungemein übersichtlicher und anschaulicher Weise zu demonstrieren.[139] Es ist dies der — man kann geradezu sagen berühmte — Versuch über die identischen Sehrichtungen. Die Versuchsperson fixiert bei unbewegt gehaltenem Kopfe eine entfernte Marke c (Fig. 17, I) und bezeichnet sich auf einer nahen, gleichfalls unbeweglichen Glasplatte gg den Punkt a, an dem die Gesichtslinie des linken, den Punkt b, an dem die des

rechten Auges die Glasplatte passiert. Bedeuten dann α, β und γ die zu a, b und c gehörigen Sehdinge, so zeigt sich nun bei binokularem Sehen, daß die Richtung αγ mit der Richtung βγ im Sehraum zusammenfällt, obwohl die Richtungen ac, bc konvergieren. Umgekehrt kann sich die Versuchsperson auf der nahen Glasplatte gg einen Punkt c suchen (Fig 17, II), der so liegt, daß er dem linken Auge einen fernen Punkt a,

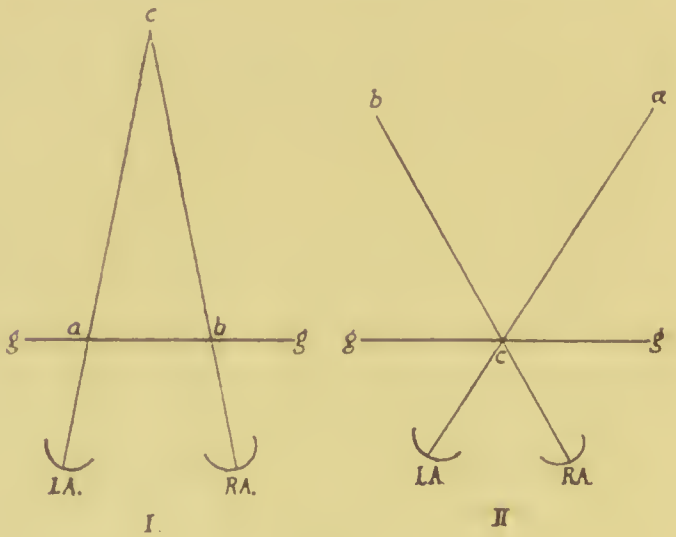

Fig. 17.

dem rechten einen fernen Punkt b verdeckt; bei binokularer Fixation von c fallen dann wieder die Richtungen γα und γβ im Sehraum zusammen, während ca und cb in diesem Falle divergieren. Die Projektionstheorie behauptete, daß die Dinge im allgemeinen in der Richtung gesehen werden, nach der die Geraden, gezogen von den entsprechenden Netzhautbildern durch den Knotenpunkt des Auges (die Richtungslinien), aus dem Auge hinaus weisen. Da nun die Richtungslinien in den beigebrachten Fällen bald konvergieren, bald divergieren, die Richtungen der Sehdinge dagegen zusammenfallen, so kann die

Projektionstheorie — dies ist der bündige Gedankengang Herings — nicht den Tatsachen entsprechen. Es mag hier dahingestellt bleiben, ob die Projektionstheorie mit dieser kurzen Überlegung wirklich schon so schlagend ad absurdum geführt ist, als es den Anschein hat und man auch vielfach glaubt. Es hätte nur historisch-polemisches Interesse, sich dabei aufzuhalten. Denn tatsächlich ist ja die Projektionstheorie auf jeden Fall überholt. Die Beschreibung der Zuordnungsverhältnisse zwischen wirklichem Raum und Sehraum sowie der Verteilung der Sehdinge im Sehraum leisten die der vorliegenden Darstellung zugrunde gelegten Gedanken zum mindesten einfacher und übersichtlicher; und wenn sie etwa die Genese der Anordnung der Sehdinge im Sehraum schildern soll, so ist es durch psychologische Analyse über allen Zweifel sichergestellt, daß sie in diesem Sinne in die Irre leitet. Dem Heringschen Versuch jedoch bleibt auf jeden Fall das Verdienst, eine der wichtigsten Eigentümlichkeiten der Anordnung der Sehdinge im Sehraum mit einfachsten Mitteln anschaulich und übersichtlich zur Darstellung zu bringen.

Hering hat seinen Versuch als den Versuch der identischen Sehrichtungen bezeichnet, und nicht als den der identischen Richtungen im Sehraum. Er tut dies allerdings durchaus im Sinne seiner Definition der Sehrichtung[140]; denn die Sehdinge decken dabei einander tatsächlich. Es ist aber nicht zu verkennen, daß dadurch entweder der dem Gedanken „Sehrichtung" natürlichst zugrunde liegende Gedanke verloren geht, oder eine Hilfskonstruktion, eine Fiktion notwendig wird. Hering tut, wahrscheinlich ohne diese Alternative ausdrücklich zu beachten, das letztere. Ist von Sehrichtung die Rede, so drängt sich eben

unwillkürlich der Gedanke an eine Richtung des Sehens, in unserem Falle, wo es sich um den Sehraum handelt, an eine scheinbare Richtung des Sehens auf; und um diesen Gedanken zu konzipieren, sieht man sich naturgemäß auf die Frage nach dem Orte des sehenden Auges, auf die Vorstellung des scheinbaren Ortes desselben geführt. Die Sehraumrichtungen, die im Heringschen Versuch und in allen analogen Fällen zur Auffassung gelangen (wir haben sie mit $\alpha\gamma$, $\beta\gamma$ bezeichnet), sind an und für sich strenge genommen noch keine Sehrichtungen, weil sie nicht einen Augen-Sehort mit dem Sehding-Sehort in Beziehung setzen. Will man ihnen den Charakter von Sehrichtungen im eigentlichen, natürlichen Sinne geben, so muß man sie auf einen Augen-Sehort beziehen. Ein solcher kann nur innerhalb des vom Beschauer (als Sehding) eingenommenen Gebietes des phantasiemäßig erweiterten Sehraumes liegen. Die die fraglichen Richtungen angebenden Geraden müssen also über das dem Beschauer zunächstliegende Sehding hinaus gegen den Beschauer (als Sehding genommen) verlängert werden. Diese Verlängerungen treffen aber, wie man sich im Heringschen Versuche leicht überzeugen kann, nirgends auf einen Ort des phantasiemäßig erweiterten Sehraumes, an dem ein Auge befindlich vorgestellt werden könnte. Vielmehr hat Hering gezeigt, daß alle diese Richtungen, gegen die Sehraumpartie verlängert, in die der Beschauer das Sehding seines Körpers zu verlegen genötigt ist, normalerweise im allgemeinen annähernd an einem Punkte zusammentreffen, der ungefähr in der Mitte zwischen den Sehorten der beiden Augen zu liegen kommt. An diese Stelle muß man also — fiktiv — ein Auge verlegen, sollen die fraglichen Richtungen sinngemäß als Sehrichtungen hingestellt werden

können. Der Kreuzungspunkt der Richtungslinien dieses fiktiven Auges wäre dann das Zentrum der „Sehrichtungen". Und in diesem Sinne ist es wohl zu verstehen, wenn Hering[141] sagt: „Denkt man sich statt zweier Augen ein in der Mitte zwischen den beiden wirklichen Augen gelegenes Auge, und die Netzhautbilder beider wirklichen Augen auf die Netzhaut dieses Mittelauges so übertragen, daß sie in Beziehung zum vertikalen und horizontalen Mittelschnitt dieser Netzhaut ebenso angeordnet sind, wie auf jeder Netzhaut in Beziehung zum mittlen Längsschnitt und mittlen Querschnitt, so würden die Richtungslinien dieses imaginären Einauges annähernd die Sehrichtungen sein. Dieses imaginäre Einauge hat man auch das Zyklopenauge genannt." Dazu ist zu bemerken: Richtungslinien, als Linien des wirklichen Raumes, können niemals Sehrichtungen sein, und Hering ist der letzte, den man daran zu erinnern brauchte. Was also mit dem zitierten Satze gemeint ist, das kann nur das sein, daß das Zyklopenauge, als Sehding im phantasiemäßig erweiterten Sehraum genommen, mit seinen Richtungslinien die tatsächlichen Sehrichtungen (genauer das, was Hering in diesem Falle Sehrichtung nennt) angäbe. Es werden also diese Richtungen, zur unwillkürlich sich durchsetzenden Wahrung des natürlichen Sinnes des Sehrichtungsgedankens, nun doch wieder auf ein Auge als auf ihr Zentrum und ihren Ausgangspunkt bezogen.

Will man sich des Auskunftsmittels eines imaginären Auges nicht bedienen, so muß man sich dazu bequemen — sofern man die natürliche Anwendungsweise des Sehrichtungsgedankens vorzieht und sich dabei auch nicht mit der Richtung des Sehdinges zum Körper des Beobachters überhaupt begnügt, die, da der Körper auch als Sehding genommen eine ge-

wisse Ausdehnung besitzt, innerhalb dieser Grenzen unbestimmt bliebe — bei binokularem Sehen jedem Sehding zwei Sehrichtungen zuzusprechen, nämlich zu jedem Auge eine. Es wird natürlich niemandem einfallen, zu meinen, daß dadurch dem Sehdinge auch zwei Sehorte zugeschrieben würden. Es hat und behält seinen einen an sich und absolut bestimmten Sehort, und die Zweiheit der Sehrichtungen kommt nur davon her, daß eben die beiden Augen verschiedenen Sehort haben. Dann könnte aber auf Grund der vorliegenden Tatsache von einem Gesetz der identischen Sehrichtungen im Sinne Herings auf keinen Fall mehr die Rede sein; eine andere Bezeichnung, etwa „Gesetz der identischen Sehraumrichtung" oder, unter gleichzeitiger Berücksichtigung des normalerweise vorliegenden Zusammenhanges zwischen binokularer Blicklinie und Lokalisation, „Gesetz der binokularen Blicklinie", wäre vorzuziehen.

[Es sei gestattet, an dieser Stelle eine Beobachtung einzufügen, die, wenn sie sich bewährt, offenbar in innerem Zusammenhang mit den vorliegenden Ausführungen steht, für deren Zuverlässigkeit jedoch noch keine Haftung übernommen werden kann.

Gibt man sich an der Hand der Heringschen Versuchsanordnung Fig. 17 II, (Seite 254) Rechenschaft über die bei Ausführung des Versuches vorliegenden Sehrichtungen, dieses Wort nun nach unserer, nicht nach Herings Definition verstanden, d. h. also, stellt man sich möglichst anschaulich die Richtungen (Geraden) von jedem der beiden Augen (diese natürlich als Sehdinge genommen und als solche mit λ, ρ bezeichnet) zu den Sehdingen α, β, γ vor, wobei das dem rechten Auge zugehörige Halbbild von a sowie das dem linken Auge zugehörige von b außer Betracht bleibt, so findet man bei völlig ungezwungener Ausführung des Heringschen Versuches zunächst, daß sich weder die Richtung $\lambda\gamma$, noch die Richtung $\rho\gamma$ in der Richtung γ [$\alpha\beta$] fortsetzt (α und β liegen bekanntlich am selben Sehort und wir bezeichnen ihn

eshalb durch [α β]). Denkt man sich λ γ [α β] gezogen, so rhält man eine nach links, denkt man sich ρ γ [α β] gezogen, ine nach rechts offene Knickung bei γ. Stehen die Augen n symmetrischer Konvergenz, so liegt die Gerade γ [α β] in er scheinbaren Medianebene. Dies ist alles noch in vollstem inklang mit der herkömmlichen Interpretation des Versuches. un wissen wir aber, daß α und β miteinander in Wettstreit egen. Nimmt man also einen Moment wahr, in dem α die berhand gewonnen hat, oder hält man wenigstens sonst die ufmerksamkeit unter Vernachlässigung des β dem α zuewendet, ohne dabei die strenge Fixation des c zu verlieren, o vermag man auf einmal ganz leicht und anschaulich die unkte λ γ α als in einer Geraden liegend vorzustellen, die edoch, symmetrische Konvergenz vorausgesetzt, die scheinare Medianebene in γ kreuzt. Tritt dann im Wettstreit ieder β hervor, so ist es einem nicht möglich λ γ β als Geade anschaulich vorzustellen, vielmehr erhält man jedesmal eutlich den Eindruck einer nach links offenen Knickung bei γ. Analoges zeigt sich an ρ γ β und ρ γ α. — Ob diese Beobachtung auf Autosuggestion und sonstigem Einfluß der Erfahrung, d. h. dem Wissen von der wirklichen Lage der Objekte, beruht, oder ob tiefere Zusammenhänge dahinter tecken, wäre erst noch zu untersuchen. Der natürlichen assung des Begriffes der Sehrichtung jedoch scheint sie eine ünstige Folie zu geben und jedenfalls stimmt sie gut zu ichtigen anderen Beobachtungen, von denen sogleich die ede sein wird.]

Bei binokularem Sehen ist also die Richtung, in der das Sehding der Fixation lokalisiert wird, normalerweise die der (in den Sehraum übersetzten) binokularen Blicklinie.

Es ist nun eine zwar nicht mehr direkt das binokulare Sehen angehende, jedoch für die Auffassung der Lokalisationstatsachen überhaupt höchst bedeutsame Lehre Herings, daß das gleiche Lokalisationsgesetz auch für das monokulare Sehen gilt. Sein Gesetz der identischen Sehrichtungen erhält dadurch

neben der ersten, der grundlegenden, noch eine zweite, mehr akzessorische Anwendbarkeit. Die Behauptung der Identität bezieht sich dann nicht nur auf die Richtungen, in denen objektiv verschieden gelegene Dinge bei binokularem Sehen unter Umständen erscheinen, sondern auch auf die Richtung, in der ein und dasselbe Objekt einmal bei binokularem, verglichen mit der, in der es ein andermal bei monokularem Sehen erscheint. Der binokularen Blicklinie käme dann weniger die Bedeutung zu, daß sie nur gerade — in den Sehraum übersetzt — ein bequemes Mittel zur Beschreibung der Lokalisationsverhältnisse abgäbe; ihre Bedeutung wäre vielmehr die, daß sie an und für sich durch ihre Einstellung die Lokalisation geradezu bestimmte, daß die Lokalisation von ihrer Einstellung abhängig wäre; wobei sich diese Behauptung der übrigen Lehre Herings dadurch einfügen läßt, daß die Einstellung der binokularen Blicklinie ihrerseits strenge der Aufmerksamkeitsrichtung zu folgen pflegt.

Es ist wiederum ein überaus einfacher und anschaulicher Versuch, den Hering zum Beweise seiner Behauptung, daß sich auch die monokulare Lokalisation im großen Ganzen nach der binokularen Blicklinie richtet, beibringt. Untersuchungen der jüngsten Zeit dürften nun allerdings dargetan haben, daß er der Stringenz, die ihm zugeschrieben wird, in Wahrheit entbehrt.[142] Aber die Sache steht noch in Diskussion, und überdies kommt dem Versuche auf jeden Fall, auch wenn der Widerspruch Recht behalten sollte, zum mindesten so außerordentlich hohe und wichtige historische Bedeutung zu, daß es nicht angeht, ihn unberücksichtigt zu lassen.

Bringt man in der Gesichtslinie des einen, z. B. des rechten Auges RA (Fig. 18) eine nahe Marke a

und eine möglichst weit entfernte Marke b an, während das andere, linke Auge durch Lidschluß, Schirm, abgedecktes Guckrohr vom Sehakte völlig ausgeschlossen ist, so soll sich nach Hering beim Übergang der Fixation vom entfernten Punkte b auf den nahen a eine Scheinverschiebung nach der Seite des sehenden Auges (rechts), beim Übergang der Fixation von der Nähe nach der Ferne eine entgegengesetzte Scheinverschiebung zeigen. Die zuverlässige Ausführung des Versuches erfordert einige Vorsichten, von denen hier nur die eine angeführt werde, daß es, um Einflüsse der Erfahrung fernzuhalten, zweckmäßig ist, das sehende Auge durch einen langen, nicht zu weiten Tubus blicken zu lassen, an dessen äußerem Ende die Nahmarke steht, während wir selbst noch hinzufügen wollen, daß es unerläßlich ist, für völlige Abdunkelung des exkludierten Auges zu sorgen, da das Versuchsergebnis sonst einer Fälschung unterliegt. Die Erklärung des Befundes im Heringschen Sinne ist einfach: Indem die Fixation von der Nahmarke auf die Fernmarke und umgekehrt übergeht, hat das sehende Auge selbst gar keine andere Bewegung auszuführen als den Wechsel der Akkommodation; wollen wir gewisse unwillkürliche Nebenbewegungen nicht übersehen, so können wir zum mindesten sagen: keine seitliche Bewegung, weder nach außen noch nach innen. Die Scheinbewegung der Marken a und b rührt also nicht von einer allfälligen Verschiebung des Bildchens auf der Netzhaut her; ebensowenig aber auch von einer veränderten Lage, Einstellung, Orientierung des einen sehenden Auges. Sie entspricht vielmehr einer Verschiebung

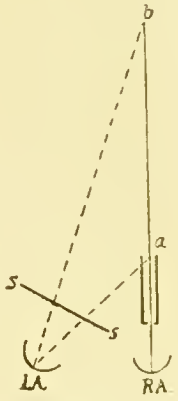

Fig. 18.

der binokularen Blicklinie, wie sie beim Fixationswechsel notwendig zustande kommt. Denn vermöge der unwillkürlich wirksamen Koordination zwischen Akkommodations- und Konvergenzbewegung macht das exkludierte Auge nicht nur den Akkommodationswechsel mit, sondern es stellt sich, obwohl ihm der Ausblick auf die beiden Marken entzogen ist, doch auch der Richtung nach, zusammen mit dem sehenden Auge, annähernd auf die von diesem jeweils angeschaute Marke mit ein. Dadurch erleidet die binokulare Blicklinie bei jedem Fixationswechsel eine Verschiebung, die ihrem Sinne nach mit der nach Hering zu beobachtenden Scheinbewegung der Marken zusammenfällt. Und daraus gehe hervor, daß sich auch die monokulare absolute Lokalisierung normalerweise im großen Ganzen nach der Lage der binokularen Blicklinie richtet.

Der Beweis wäre vielleicht stringent — daß die Verteilung der Muskelkontraktionsverhältnisse mit der Nah- und Fernstellung auch am sonst unbewegten Auge, wie Hering selbst gezeigt hat, wechselt, müßte allerdings zuvor noch berücksichtigt werden — er wäre also stringent, wenn das Beobachtungsergebnis zuträfe. Das kann jedoch nicht ohne weiteres zugegeben werden. Es liegen genaue und gewissenhafte Nachprüfungen vor, die, vielfach bestätigt, gerade zum entgegengesetzten Beobachtungsergebnis geführt haben, und denen es auch gelungen ist, aufzuklären, worin der gegenteilige, mithin wohl irrige Befund wahrscheinlich seine Wurzel hat. Es hat sich gezeigt, daß bei genauester Einhaltung der Intentionen des Versuches von einer Scheinverschiebung der Marken beim Akkommodations- bzw. Fixationswechsel keine Spur mehr zu entdecken ist.

Dagegen ist nachdrücklichst zu vermerken, daß der

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

gemeinen nicht gibt und halten daher diese Vorsorge für überflüssig. Trotzdem können wir, auch wenn wir sie so gut es geht beobachten, das Heringsche Beobachtungsergebnis auch hier im vollen Umfange nicht bestätigen. Es zeigt sich uns im Gegenteil, daß, je vollkommener die Exklusion des einen Auges geschieht, auch wenn für seine Orientierung ausreichend gesorgt ist, die Lokalisation des andern im Momente der Exklusion eine kleine Verschiebung erfährt. Doch kommt es dabei, je nach der Art der Ausführung der Exklusion und des Versuches überhaupt, wie es scheint, zu mannigfach verschiedenen Ergebnissen — deren Erörterung an dieser Stelle zu weitläufig wäre.

Aus alledem dürfte also hervorgehen, daß das monokulare und das binokulare Sehen im allgemeinen nicht durchaus gleiche absolute Lokalisation haben.

Es entsteht sonach in natürlicher Folge die Frage, ob denn die absolute Lokalisation der beiden Augen, jedes in monokularer Funktion genommen, gleich ist. Die Frage hätte natürlich keine Stelle, solange man an der Übereinstimmung zwischen monokularer und binokularer Lokalisation festhält. Umgekehrt dagegen, wenn sich etwa zeigen sollte, daß die beiden monokularen Lokalisationen nicht gleich sind, so hat man daran wieder einen Fingerzeig für das Verhältnis der monokularen zur binokularen.

Es liegen nun Versuche vor, die direkt auf die Untersuchung der aufgeworfenen Frage eingerichtet sind.[143] Sie bestehen in der Hauptsache darin, daß sie Bedingungen herstellen, die der Zuverlässigkeit des Vergleichs der beiden monokularen Lokalisationen möglichst günstig sind. Über die mannigfachen Schwierigkeiten und Gefahren, mit denen solche Versuche zu rechnen haben, können wir uns an dieser Stelle

nicht weiter verbreiten. Es genüge, ihr — wenigstens vorläufig als sichergestellt zu betrachtendes — Ergebnis mitzuteilen: Die beiden monokularen absoluten Lokalisationen weichen normalerweise um ein geringes voneinander ab, und zwar in dem Sinne, daß das linke Auge ein wenig weiter rechts als das rechte Auge lokalisiert.

Es ist noch nicht ermittelt, inwieweit diese Gesetzmäßigkeit individuellen Schwankungen unterworfen ist. Wohl aber ist anzunehmen, daß man mit solchen Schwankungen wird zu rechnen haben, so daß unter entsprechenden Umständen wohl auch der Fall vorkommen kann, daß der Unterschied der beiden monokularen Lokalisationen, die „monokulare Lokalisationsdifferenz", wie man ihn genannt hat, einmal gleich Null ist. Für jeden Fall aber ist durch die besprochenen Versuchsergebnisse erwiesen, daß der Zusammenhang zwischen den monokularen Lokalisationen einer- und der binokularen Lokalisation andererseits nicht ein so einfacher ist, wie ihn die bloße Identität darstellte.

An der Korrespondenz der Netzhäute ändert die Tatsache der monokularen Lokalisationsdifferenz nicht das geringste. Die beiden voneinander verschiedenen monokularen Lokalisationen sind der relativen Lokalisation nach einander gleich; man konstatiert Gleichheit der beiderseitigen Raumempfindungsqualitäten, sofern sie vom s-Faktor abhängen. Die Lokalisationsdifferenz ist also Sache des b-Faktors.

Wir haben nun die Entscheidung der eingangs der Erörterung dieses Gegenstandes (S. 246) vorgelegten Alternative. Die beiden monokularen b-Faktoren sind im allgemeinen voneinander um ein geringes verschieden. Beim binokularen Sehen, d. i. im Zusammenwirken der beiden monokularen b-Faktoren,

gleichen sie sich normalerweise gegenseitig aus. Es gibt jedoch abnorme Fälle, gewisse Arten des Schielens, in denen es, vielleicht wegen der Größe der Verschiedenheit der beiden b-Faktoren, zu einem solchen Ausgleich nicht kommt, sondern die beiden, dann natürlich voneinander verschiedenen absoluten Lokalisationen beim binokularen Sehen nebeneinander oder richtiger ineinandergeschoben bestehen bleiben. — Schließlich sei noch ausdrücklich hervorgehoben, daß jeder der beiden monokularen b-Faktoren nur dann, sei es im monokularen Sehen für sich, sei es bei binokularem Sehen im Zusammenwirken mit dem des andern Auges, nur dann zur Geltung kommt, wenn sich das zugehörige Auge überhaupt im Zustande der normalen Reizung durch äußere Lichteindrücke befindet; wenn das Auge in irgendeiner Weise vom Sehakte ausgeschlossen ist, kommt der ihm zugehörige b-Faktor in keiner Weise, auch nicht in der Lokalisationsweise des andern Auges, zur Geltung. Es ist dies bedeutsam für den Fall, daß man sich, wozu man ja vielfach geneigt sein dürfte, unter dem b-Faktor ein von dem jeweiligen Funktionszustande des Einstellungsapparates des Auges abhängiges psychisches Datum vorstellt. —

In pathologischen Fällen können die beiden monokularen b-Faktoren so sehr voneinander verschieden sein, daß sie sich bei binokularem Sehen nicht mehr gegeneinander ausgleichen oder wenigstens in der Verschiedenheit ihrer monokularen Lokalisationseffekte auch ohne ausdrücklich darauf gerichtete Beobachtung sehr auffällig werden. Bei gewissen Arten des Schielens erscheinen dem Patienten, je nachdem er mit dem einen oder dem andern Auge fixiert, auffallend verschiedene äußere Objekte gerade vorne, d. h. in der subjektiven Medianebene gelegen, und beim Über-

gang der Fixation von einem Auge auf das andere erfahren daher sämtliche Sehdinge im Sehraum eine sehr deutliche Verschiebung.[144] Auch die Beobachtung wiederholt sich dabei in erhöhtem Maße, daß die Lokalisationsdifferenz um so stärker und wirksamer ist, je vollkommener das jeweils exkludierte Auge vom Sehakte ausgeschlossen ist.[145]

Es scheint auch vorzukommen, daß im Ausgleich der beiden b-Faktoren, wie er beim binokularen Sehen eintritt, einer von ihnen gleichsam das Übergewicht behält.[146] Wenigstens lassen sich gewisse Beobachtungen über Medianlokalisation — dieselbe erfolgt häufig in gesetzmäßiger Abweichung von der wahren Medianebene, z. B. vor dem rechten Auge — in diesem Sinne deuten. Allerdings ist der Zusammenhang dieser Beobachtungen mit der Angelegenheit der monokularen Lokalisationsdifferenz des näheren noch nicht untersucht.

Vielleicht hängt auch folgende bemerkenswerte Beobachtung mit der monokularen Lokalisationsdifferenz zusammen. Stellt man sich z. B. zwei Lote so hintereinander ein, daß das hintere durch das vordere für ein Auge vollständig verdeckt wird, so erscheint ihr Seitenabstand bei monokularer Betrachtung mit jenem Auge, dem das entferntere Lot allein zugänglich ist, merklich größer als bei binokularer Betrachtung[147]; und zwar ist dabei das nähere, deckende Lot zu fixieren. Der Vorgang dürfte sich so beschreiben lassen, daß die scheinbare Richtung vom näheren zum entfernteren Lote infolge der Exklusion des einen, bloß das vordere Lot sehenden Auges eine kleine Scheindrehung gegen die Lage senkrecht zur Gesichtslinie des andern, alsdann allein sehenden Auges erfährt. Der Effekt des b-Faktors dieses Auges muß, indem er nach Exklusion des

andern Auges frei von jeder Kompensation zur Geltung kommt, infolge der Tiefenerstreckung dieser Richtung, an dem näheren Lote scheinbar ausgiebiger zur Wirkung kommen als an dem entfernteren und so die Scheindrehung herbeiführen.

4. Wir haben gesehen, um welch beträchtliches Stück sich das Auge die Grenzen des ihm zugänglichen Raumes, zumal des deutlich sichtbaren, durch seine Beweglichkeit hinausschiebt. Wir haben aber auch gesehen, daß es sich dabei, um die Beweglichkeit für die Wahrnehmung entsprechend nutzbar zu machen, ziemlich komplizierte Einrichtungen hat schaffen müssen. In das eigentliche Wesen des b-Faktors einzudringen, ist uns noch gar nicht gelungen. Und das Ineinanderarbeiten des b- mit dem s-Faktor, das notwendig ist, damit bei bewegtem Auge der Eindruck von Ortsveränderungen der ruhenden Außenobjekte vermieden wird, ist gleichfalls ein merkwürdiger Mechanismus, den auseinanderzulegen eine weitere Aufgabe wäre.

Wir hatten übrigens auch schon zu bemerken Gelegenheit, daß dieser Mechanismus nicht in jedem Falle völlig exakt funktioniert. Die Verschiebung, die sich dadurch ergibt, daß der Drehpunkt des Auges und der Kreuzungspunkt der Richtungslinien nicht zusammenfallen, erscheint von ihm vernachlässigt. Wir werden nun von einer weiteren, allerdings auch nur geringfügigen Unvollkommenheit Kenntnis nehmen, die das Auge gleichfalls im Interesse der sensorischen Ausnützung seiner Beweglichkeit mit in den Kauf nehmen mußte, und an welcher der eben erwähnte Kompensationsmechanismus gleichfalls versagt.

Zur einführenden Charakteristik dessen, um was es sich da handelt, mache man folgenden handlichen,

im wesentlichen von Volkmann[148] herrührenden Versuch. Man befestige auf einer Glasplatte einen etwa 3 mm breiten, vertikalen Streifen hellroten durchscheinenden Gelatinepapieres. Dann stelle man die Glasplatte nahe, etwa 25 cm, vor's Gesicht, und zwar so, daß sie sich auf einer wenigstens 6 m entfernten gleichmäßigen hellen Fläche projiziert, und bringe an dieser Fläche einen Fixationspunkt an, der mit dem Gelatinestreifen in die Gesichtslinie des einen (z. B. rechten) Auges zu liegen kommt, während die des andern Auges, wenn sie auf ihn gerichtet ist, an dem Streifen natürlich vorübergeht. Man fixiere nun den Punkt an der entfernteren Wand, jedoch nur mit dem einen (rechten) Auge, in dessen Gesichtslinie der rote Streifen steht, indem man das andere Auge mit der Hand zuhält. Nach etwa $^3/_4$ Minuten, d. h. nach einer Fixationszeit, die zur Herstellung eines deutlichen und dauerhaften Nachbildes ausreicht, führe man die Fixation, ohne den Verschluß des zweiten Auges aufzuheben, auf einen in ungefähr gleicher Höhe gelegenen Punkt des Gelatinestreifens über. Dabei taucht sofort das grüne Nachbild des Streifens auf, aber nicht etwa an der Stelle des Streifens selber, oder parallel zu ihr, sondern gegen den Streifen schief verdreht, indem es ihn an der Fixationsstelle in einem sehr spitzen Winkel kreuzt und sich mit dem oberen Ende nach außen (rechts) neigt.

Der Versuch verrät uns eine Art von Augenbewegung, an die wir bisher noch nicht gedacht haben. Wenn das Nachbild in der zweiten Fixationsstellung mit dem Streifen einen Winkel einschließt, so muß sich der Meridian, auf dem er sich in der ersten Stellung abgebildet hat, beim Übergang der Fixation von der Ferne auf die Nähe um das Netzhautzentrum gedreht haben, und mit ihm natürlich die ganze Netz-

haut, das ganze Auge, während die Gesichtslinie in ihrer Lage in Ruhe geblieben ist. Wir haben es da mit einer Drehbewegung des Auges zu tun, bei welcher sich die Blickrichtung nicht ändert, die also nicht als Blickbewegung gelten kann, bei welcher vielmehr das Auge bezüglich seiner Blickrichtung in Ruhe bleibt und sich nur um die ruhende Gesichtslinie als Achse dreht.

Wir wollen eine solche Bewegung im Sinne Herings als Rollung bezeichnen.

Es ist leicht ersichtlich, daß sich durch die Möglichkeit der Kombination der verschiedenen Blickbewegungen mit Rollungen verschiedenen Grades und Sinnes die Mannigfaltigkeit der möglichen Orientierungen des Auges ungemein erweitert; ja der Volkmannsche Versuch zeigt uns bereits, daß tatsächlich sogar der Fall vorkommt, daß das Auge bei gleicher Blickrichtung, je nachdem es, zusammen mit dem andern Auge, auf Nähe oder auf Ferne eingestellt ist, verschiedene Orientierung erhält. Die Konvergenz des Doppelauges hat also Einfluß darauf, daß ein und derselbe Meridian bei gleicher Lage der Gesichtslinie bald vertikal, bald schief zu liegen kommt; bei Änderung der Konvergenz macht im allgemeinen mindestens eines der beiden Augen eine Blickbewegung und eine Rollung, während das andere mindestens die Rollung, und zwar, wie leicht nachzuweisen ist, im entgegengesetzten Sinne mitmacht.

Derselbe Versuch lehrt aber auch bereits, daß sich der Kompensationsmechanismus, der zwischen dem s- und dem b-Faktor besteht, auf diese Art von Bewegungen, die Rollungen, nicht erstreckt. Auch die Rollungen bringen einen Transport von Netzhautstellen mit sich, währenddessen ein ruhendes äußeres Objekt auf andern und immer andern Netzhautele-

menten zur Abbildung gelangt und sich somit zu bewegen scheinen müßte. Es kommt auch wirklich zu keiner Kompensation. Denn, sei es, daß in der Nahestellung der Gelatinestreifen, sei es, daß das Nachbild vertikal gesehen wird; in der Fernstellung sind beide in gleicher Lage gesehen worden, also muß eines von ihnen eine Drehung erfahren haben. Der b-Faktor scheint also mit den Rollungen — ja mit den Rotationsbewegungen überhaupt, wie wir im Hinblick auf weiter unten zu Erörterndes hier schon sagen können — gar nichts zu tun zu haben, obwohl ja auch diese von den Kontraktionsverhältnissen der äußeren Augenmuskel abhängen.

Wir haben nun seinerzeit festlegen zu können geglaubt, und bis jetzt auch keinen Anlaß gehabt, etwas davon zurückzunehmen, daß die auf gewissen Meridianen gelagerten Netzhautstellen der spezifischen Energie ihrer Raumwerte nach so beschaffen sind, daß auf ihnen zur Abbildung gelangende äußere Punkte vertikal übereinander gelagert erscheinen, und daß anderen Meridianen in gleicher Weise der Eindruck des Horizontalen zugehört. Jetzt sehen wir, daß diese Zuordnung, der man die Grundlagen unseres Orientierungsvermögens im Raume zuzuschreiben geneigt sein möchte, durch die Dazwischenkunft der Rollungen geradezu illusorisch wird; vorausgesetzt, daß nicht etwa die Rollungen an den tatsächlichen Augenbewegungen nur in verschwindendem Ausmaße beteiligt sind.

Wir sehen uns daher vor die Notwendigkeit gestellt, uns über das Auftreten der Rollungen und ihre Mitwirkung an den normalen Augenbewegungen zu unterrichten. Daß es in dieser Sache eine bis zu gewissem Grade konstante Gesetzmäßigkeit geben wird, das dürfen wir daraus vermuten, daß sich uns schon

bei der Untersuchung des ruhenden Auges eine innerhalb sehr enger Grenzen konstante Orientierung der Netzhaut, eine sich immer gleichbleibende Lage des scheinbar vertikalen Meridianes ergeben hat. Wir haben freilich dabei die hypothetische Annahme gemacht, daß es immer ein und derselbe in der Netzhaut feste Meridian ist, dessen Reizung den Eindruck des Vertikalen ergibt, und daß es nicht etwa, was ja von vornherein immerhin auch denkbar wäre, nur die Lage der Netzhautbildchen auf der Netzhaut an sich, unabhängig von der Individualität der gereizten Netzhautelemente, ist, wovon dieser Eindruck abhängt. Aber diese Annahme hat sich bis nun so gut bewährt, hat auch, mit Hilfe des blinden Flecks[149], der Ciliararterien[150] einiges an angenäherter objektiver Bestätigung erfahren, daß wir auch für das Folgende an ihr festzuhalten allen Anlaß haben.

Wir wissen bereits, daß die aufgeworfene Frage für Fern-(Parallel-)stellung und Nahe-(Konvergenz-)stellung gesondert zu behandeln ist.

Für den ersten der beiden genannten Fälle erhält sie ihre Erledigung in dem allgemein unter dem Namen des Listingschen Gesetzes bekannten Satze. Dieses Gesetz besagt kurz folgendes. Beim Fernsehen gibt es eine Stellung der Augen, von der aus die Bewegung nach jeder beliebigen anderen Fernstellung hin und zurück ohne Rollung erfolgt. Diese ausgezeichnete Stellung ist die uns bereits bekannte Primärlage. Dieselbe ist also ihrem Wesen nach eigentlich durch ihre im Listingschen Gesetz ausgesprochene Ausnahmsposition definiert und dadurch genauer bestimmt, als es durch unsere bisherige Angabe der „Parallelstellung horizontal geradeaus“ geschehen konnte. Da sie mit der ungezwungenen mittleren Augenstellung ziemlich zu-

sammenfällt und diese entweder Ausgang oder Ziel der meisten Augenbewegungen ist, so entnimmt man daraus, daß wenigstens eine sehr große Mehrzahl aller Augenbewegungen beim Fernsehen rollungsfrei abläuft.

Der Nachweis des genannten Gesetzes, der ursprünglich von Listing[151] auf dem Wege theoretischer Überlegungen aufgestellt, von Helmholtz[152] empirisch erbracht worden ist, läßt sich am einfachsten folgendermaßen ausprobieren. Man befestige an einer ausgedehnten, gleichmäßig hellen Wand drehbar um seinen Scheitel ein rechtwinkliges Kreuz aus sehr langen, schmalen, etwa hellrot gefärbten Balken und nehme der Wand gegenüber in einem Abstand von mindestens 6 Metern auf einem erhöhten Sitz so Platz, daß man den Scheitelpunkt des Kreuzes mit primär gestellten Augen fixieren kann. Nimmt man nun monokular (das zweite Auge geschlossen) durch Fixation des Scheitelpunktes ein deutliches Nachbild vom Kreuze ab und gleitet dann mit dem Blick den einen Kreuzschenkel entlang, wohl auch in gleicher Richtung über ihn hinaus, so bleibt das Nachbild dieses Schenkels immer in der Richtung eben dieses Schenkels, das des andern stets parallel zu diesem, ganz gleichgültig, in welcher Lage man das Kreuz eingestellt hat, ob aufrecht oder in irgendwelcher Neigung schief, ein Ergebnis, das, wenn man unwahrscheinliche Komplikationen außer Betracht läßt, nur so möglich ist, daß das Auge bei seinen Exkursionen nach beliebiger Richtung eine Drehung um die Gesichtslinie zugleich nicht erfährt. —

Es sei indes nicht unterlassen, wenigstens nebenbei zu bemerken, daß der geschilderte Nachweis, gleichwie übrigens auch die sonstigen Nachweise des Listingschen Gesetzes, strenge genommen über den

Verlauf der Bewegung selbst noch nichts besagen, da sie nur die Endlage registrieren; diese Endlagen könnten ja immerhin auch durch zusammengesetzte, und zwar durch verschieden zusammengesetzte Bewegungen erreicht werden. Und in der Tat haben den Bewegungsbahnen direkt zugewendete Untersuchungen ergeben, daß sie nur ausnahmsweise geradlinig sind, und zwar auch dann, wenn es sich um Bewegungen von der Primärstellung aus handelt. An den in eine Linie auseinandergezogenen Nachbildern einer sehr hellen punktförmigen Lichtquelle konnte man konstatieren, daß die Bewegung aus der Primärstellung nach aufwärts oder abwärts, horizontal nach außen oder innen genau im Meridian erfolgt, dagegen die Bewegung nach oben oder unten schief in einer flachen Kurve, deren Konvexität gegen den horizontalen, deren Konkavität gegen den vertikalen Meridian gerichtet ist.[153]

Wesentlich anders verhält sich die Sache beim Nahesehen, also in Konvergenzstellungen. Das Listingsche Gesetz hat für diesen Fall keine Geltung mehr, und man ginge fehl, wenn man meinte, die Orientierung eines jeden der beiden Augen für eine beliebige Konvergenzstellung aus diesem Gesetze etwa so ermitteln zu können, daß man ihm jene Orientierung anweist, die es darnach bei in der angenommenen Richtung parallel gestellten Gesichtslinien haben müßte. Zahlreiche Untersuchungen, meist wieder mittelst der Nachbildmethode angestellt, haben vielmehr ergeben, daß die scheinbar vertikalen Meridiane bei wachsender symmetrischer, und nicht viel anders auch bei unsymmetrischer Konvergenz und horizontaler Blickebene immer mehr und mehr nach oben divergieren, und daß diese Konvergenz, im Gegensatz zu den verschiedenen Lagen beim Fernsehen, das natur-

gemäß den Neigungswinkel der beiden scheinbar vertikalen Meridianebenen immer unverändert läßt, bei Senkung des Blickes allmählich ab-, bei Hebung allmählich zunimmt, immer aber die beiden scheinbar vertikalen Meridiane in einem größeren Winkel nach oben divergieren, beziehungsweise einem kleineren nach oben konvergieren, als es der Fall sein müßte, wenn jedes Auge dem Listingschen Gesetze gemäß eingestellt wäre.[154] Der Neigungswinkel (Divergenz nach oben positiv) schwankt so zwischen + 1° bei 6° Konvergenz und 20° Senkung und 16° 30′ bei 30° Konvergenz und 25° Erhebung.[155] Es ist daraus ersichtlich, daß beim Nahesehen Rollungen wechselnder Größe in durchaus nicht verschwindendem Ausmaße regelmäßig auftreten. —

Indessen ist mit dieser Darlegung des Vorkommens der Rollungen der Frage, von der wir ausgegangen sind, wenigstens ihrer Intention nach, genauer besehen noch keineswegs gedient. Wir haben zunächst daran erinnert, daß der Eindruck einer Geraden von bestimmter Lage immer an die Reizung eines und desselben in der Netzhaut festliegenden Netzhautmeridianes gebunden ist, insbesondere der Eindruck des Vertikalen an den sogenannten scheinbar vertikalen Meridian. Weicht der scheinbar vertikale Meridian einmal von seiner normalen Lage ab, so erscheint nicht mehr dieselbe Gerade wie sonst, sondern eine anders gerichtete vertikal. Dabei ist es nun aber ganz einerlei, auf welche Weise, durch welche Art von Bewegung der scheinbar vertikale Meridian aus seiner normalen Lage heraus in eine andere, mit dieser einen Winkel bildenden, geraten ist. Für das Interesse unserer Frage kommt es, wie wir nun einsehen, überhaupt nicht eigentlich auf die Bewegung, sondern nur auf das Ergebnis der Bewegung,

die Endlage der Netzhaut an. Die Bewegung ist nur insofern von Interesse, als die Endlage notwendig von ihr abhängt; abhängt nicht aber in dem Sinne, daß ein und dieselbe Endlage stets nur durch ein und dieselbe Bewegung herbeigeführt werden könnte und umgekehrt. Irgendeine, durch eine bestimmte Winkelabweichung des scheinbar vertikalen Meridianes von der objektiv vertikalen Ebene charakterisierte Endlage kann wohl durch Rollung entstanden sein; sie kann unter Umständen aber auch ohne Rollung zustande kommen. Und umgekehrt kann es Fälle geben, in denen das Ausbleiben einer solchen Winkelabweichung gerade nur dem Mitwirken einer Rollung zu verdanken ist. Wieso dies möglich wird, das wird sofort näher zu beleuchten sein. Einstweilen halten wir fest, daß es uns weniger auf die Bewegungen des Auges als auf die Lagen der Netzhaut ankommt, und daß uns unter diesen hauptsächlich solche interessieren, in denen die Ebene des scheinbar vertikalen Meridianes einen Winkel mit der Ebene bildet, die man sich jeweils durch die Gesichtslinie gelegt und zur primären Blickebene ebenso geneigt vorzustellen hat, wie der scheinbar vertikale Meridian in der Primärstellung zur primären Blickebene geneigt ist. Sieht man vom Netzhautinkongruenzwinkel ab, so läßt sich die Sache einfacher sagen: Es handelt sich um den Winkel, den der ursprünglich vertikale Meridian in der Endlage mit der absoluten Vertikalen bildet. Auf diesen Winkel kommt es an bei den zu gewärtigenden Orientierungsanomalien. Eine leichte Überlegung, unterstützt durch anschauliches Vorstellen der räumlichen Verhältnisse, läßt dies begreifen. Wenn der ursprünglich vertikale Meridian nicht mehr vertikal steht, so wird sich eine objektive Vertikale nicht mehr auf ihm abbilden können, also geneigt

erscheinen müssen. Wir müssen also diesen Winkel, diese Abweichung des ursprünglich vertikalen Meridianes von der absoluten Vertikalen, wohl im Auge behalten und wollen ihn nach Meinong[156] als Aberration bezeichnen.

Wir sehen, dieser Begriff der Aberration ist es, der dem den Augenbewegungen zugewendeten psychologischen Interesse am direktesten Rechnung trägt. Denn dieses Interesse formuliert sich in der Frage: „Nimmt das Auge am Ende der Bewegung eine solche Stellung ein, daß die Netzhautpartien, auf denen sich in der Anfangslage Horizontales, Vertikales, respektive Geneigtes abbildete, auch noch in der Endlage bei Perzeption des Horizontalen, Vertikalen, respektive in gleicher Weise Geneigten funktionieren?“[157] Und diese Frage läßt sich nun kurz auch so ausdrücken: Weist die Endlage eine Aberration auf? —

Um Kürze und Übersichtlichkeit zu wahren, sei hier nur nebenbei erwähnt, daß auch der Raddrehungswinkel, wie ihn Helmholtz definiert und verwendet, gleich wie die Aberration im Gegensatz zur Rollung als einem Bewegungsbegriff ein Lagebegriff, demselben psychologischen Interesse entgegenkommt. Der Raddrehungswinkel ist nämlich der Winkel zwischen dem Netzhauthorizonte und der Blickebene[158]; wobei zu merken, daß unter Netzhauthorizont die im Auge feste Ebene zu verstehen ist, die mit der Blickebene zusammenfällt, wenn der Blick beider Augen der Medianebene parallel in aufrechter Kopfhaltung nach dem unendlich entfernten Horizonte gerichtet ist, und ferner festzuhalten, daß sich der Winkel natürlich nicht auf die primäre Blickebene bezieht, sondern auf die durch die fragliche Augenbewegung gegebenen Falles aus ihrer Anfangslage herausbewegte, also gehobene oder gesenkte Blickebene.

Auch an diesem Begriff ist das, worauf es uns ankommt, nämlich Gleichheit oder Verschiedenheit der Orientierung der Netzhaut gegenüber den gleichen Lagen im Außenraume, zu messen möglich. Er ist jedoch im allgemeinen weniger durchsichtig und etwas schwerer zu handhaben als der Aberrationsbegriff; denn während die Aberrationsnull ein für allemal festgelegt ist, immer dieselbe bleibt und jederzeit leicht gefunden und vorgestellt werden kann, wechselt der Nullpunkt des Raddrehungswinkels von einer Lage zur andern, und die Raddrehungsnull ist für die Frage, auf die es uns ankommt, in keiner Weise noch ein ausgezeichneter Fall. So gute Dienste also auch der Begriff der Raddrehung besonders in einzelnen speziellen Fällen zu leisten vermag[159], so erscheint doch der Aberrationsbegriff im allgemeinen natürlicher und handlicher, weshalb wir uns für die vorliegenden Zwecke an ihn zu halten vorziehen.

Wir haben also, wenn wir in den Interessen, von denen wir ausgegangen sind, Aufklärung haben wollen, die Frage neuerdings, und zwar nunmehr in veränderter Gestalt, zu formulieren. Sie lautet jetzt folgendermaßen: Führen die Blickbewegungen des normalen Auges zu Aberrationslagen, und wenn ja, unter welchen Bedingungen und in welchem Sinne und Ausmaß?

Es ist ein Irrtum, der sich an dieser Stelle im ersten Augenblicke wohl fast jedem vordrängen dürfte, und der in diesen Dingen schon mancherlei Verwirrung angerichtet hat, zu meinen, daß auch diese Frage im Listingschen Gesetze und seinen Modifikationen für das Nahesehen unmittelbare Antwort findet, nämlich in dem Sinne, daß, wo sich eine Endlage durch eine Bewegung ohne Rollung einstellt, auch eine Aberration nicht vorliegen wird. An dieser

vorgefaßten Meinung ist wenigstens das richtig, daß die jeweils zustande kommende Endlage von der Bewegung, durch die sie herbeigeführt worden ist, abhängt und somit das Listingsche Gesetz mit seinen Ergänzungen auch auf die neue Frage Antwort zu geben vermag, aber nicht etwa direkt, in dem Sinne, daß, wo keine Rollung auch keine Aberration. Es gilt vielmehr, daß gerade auch die rollungsfreien Bewegungen des Listingschen Gesetzes, wenn es nicht die vertikal auf- und abwärts oder die horizontal seitwärts verlaufenden sind, zu Aberrationsstellungen führen. Es kommt dies einfach daher, daß die einzige und zugleich feste Achse, um die die Listingsche Bewegung erfolgt, wenn sie schief auf- oder abwärts gerichtet ist, da sie auf der durch die Anfangs- und Endlage der Gesichtslinie gehenden Ebene im Drehpunkt senkrecht steht, zum vertikalen Meridian geneigt ist, so daß dieser bei der Drehung eine Neigung erfahren muß. Man vergegenwärtige sich nur möglichst anschaulich, wenn nicht anders, so an einem einfachen Modell, die Lagen, in welche die Ebene des vertikalen Meridians durch die Listingschen Bewegungen kommen muß. Bei einer Bewegung vertikal auf- oder abwärts, horizontal nach innen oder außen bleibt sie allerdings unverändert vertikal. Durch die schiefe Bewegung nach rechts oben oder nach links unten erfährt sie eine Neigung mit dem oberen Ende gegen rechts, durch die Bewegung schief nach links oben oder nach rechts unten eine Neigung mit dem oberen Ende gegen links. Man kann sich dies leicht mit Hilfe von Nachbildern zur Anschauung bringen. Nimmt man in der Primärstellung ein Nachbild von einem direkt gesehenen vertikalen Streifen, so erscheint dasselbe, in die vier Ecken eines großen, zur primären Blicklinie senkrecht aufgestellten, quadra-

tischen Feldes projiziert, in den eben angegebenen Lagen. Ändert man den vorhin (S. 273) geschilderten Versuch zum Nachweis des Listingschen Gesetzes in der Art ab, daß man das Kreuz für die schiefen Bewegungen nicht gleichfalls schief herüberdreht, sondern in seiner ursprünglichen Orientierung läßt, so daß sich das Nachbild des rechtwinkligen Kreuzes auch in diesem Falle auf dem vertikalen und dem horizontalen Meridian entwickelt und man nun dieses Nachbild nach rechts oben schief auf die Wand projiziert, so erscheint es nun nicht mehr rechtwinklig, sondern schiefwinklig, die beiden spitzen Winkel nach rechts oben und links unten geöffnet, den vertikalen Schenkel mit dem oberen Ende gegen rechts, den horizontalen mit dem rechten Ende nach aufwärts geneigt, und zwar dies nur noch deutlicher, wenn die ganze Wand durch horizontale und vertikale Gerade in quadratische Felder eingeteilt ist. Projiziert man den Scheitel des Nachbildkreuzes auf einen Kreuzungspunkt der Vertikalen und Horizontalen an der Wand rechts oben, so entsteht ein Bild annähernd wie Fig. 19, in welchem ab, cd die Geraden der Projektionstafel, αβ, γδ die Nachbildstreifen bedeuten. Es ist geradezu Herkommen geworden, diesen Effekt als Folge der schiefwinkligen Projektion des Kreuzes der Tafelstreifen ab, cd auf die Netzhaut hinzustellen und zu sagen, das Tafelkreuz ab-cd werde strenge genommen infolgedessen schiefwinklig gesehen, auf Grund des Wissens um seine Lage, der Erfahrung

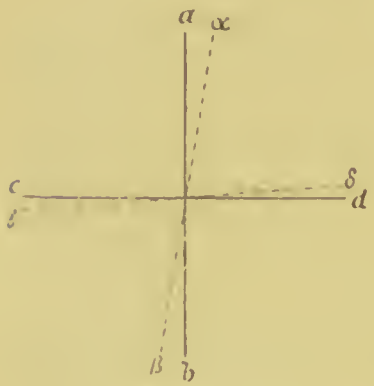

Fig. 19.

aber als rechtwinklig aufgefaßt, so daß das sich dazwischen legende Nachbildkreuz, obwohl es eigentlich rechtwinklig ist, als schiefwinklig aufgefaßt werden müsse. In Wahrheit verschiebt jedoch die schiefe Projektion des Tafelkreuzes ab-cd nur dessen horizontalen Schenkel aus seiner horizontalen Lage, während sie der vertikalen Lage des vertikalen Schenkels nichts anhaben kann, so daß das Netzhautbild desselben in einen vertikalen Netzhautschnitt zu liegen kommt, somit, wenn er nun mit dem ursprünglich vertikalen Nachbildschenkel nicht zusammenfallend erscheint, dies nur darin seinen Grund haben kann, daß der ursprünglich vertikale Meridian, auf dem ja dieses Nachbild liegt, nun nicht mehr vertikal steht, also eine Aberration vorliegt. Natürlich liegt die gleiche Aberration auch für den ursprünglich horizontalen Meridian vor, nur ist ihre Wirkung auf den horizontalen Nachbildstreifen durch den für die Horizontale stark verzerrenden Einfluß der Projektion überkompensiert.[160]

Daß es auch beim Nahesehen Aberrationsstellungen gibt, ja, daß sie da nicht etwa die Ausnahme, sondern geradezu die Regel bilden, ist nach allem, was wir oben bereits über die Bewegungen bei Konvergenz der Gesichtslinien zu verzeichnen hatten, ganz selbstverständlich. Es sind tatsächlich Rollungen, wodurch hier die Aberration noch weiter befördert wird. Freilich müßten, wie wir nunmehr wissen, Rollungsbewegungen nicht immer Aberration herbeiführen oder auch nur fördern, ja es kann sogar vorkommen, daß sie der durch andere Bewegung verursachten Aberration entgegenwirken, sie herabsetzen oder ganz kompensieren, unter Umständen sie überkompensieren. Daß dies alles beim Nahesehen wirklich vorkommt, kann man schon aus

den oben (S. 275) angegebenen Grenzwerten des Divergenzwinkels der vertikalen Meridiane entnehmen. Übrigens ist der Anteil, der an diesen Winkeln einerseits der Rollung, andererseits der Listingschen Drehung zuzuschreiben wäre, im einzelnen noch nicht bestimmt. —

Nun haben wir also die Antwort auf unsere Frage. Sie besagt, daß Aberration sowohl beim Nahe- wie beim Fernsehen regelmäßig vorkommt, und zwar nicht etwa nur als Ausnahmsfall, sondern in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der möglichen Blickrichtungen.

Was hat dies nun für Folgen für die Wahrnehmung von Lagen und Richtungen? Wir wissen bereits, daß etwas der sonstigen Kompensation zwischen dem s- und dem b-Faktor Analoges für Rollungen oder Rotationsbewegungen überhaupt nicht statthat. (Unter Rotationsbewegungen verstehen wir nebst Rollungen auch alle andern Arten von Bewegungen, sofern sie zu Aberration oder Raddrehung führen.) Muß sich denn nicht unter solchen Umständen mit Notwendigkeit ein Chaos in der Lagewahrnehmung, ja geradezu die Unmöglichkeit der Lagewahrnehmung ergeben?

Die Folgen sind in Wirklichkeit weitaus nicht so schlimm, wie man nach den bisherigen theoretischen Darlegungen erwarten könnte. Eine Reihe von Faktoren kommt zu Hilfe, die schädlichen Folgen bis auf ein Minimum — in der Praxis des Sehens und ohne ausdrücklich darauf gerichtete Untersuchung ist es tatsächlich kaum mehr zu entdecken — einzuschränken.

Drei Dinge sind unter diesem Titel anzuführen. Erstens, daß es zu einer Aberration von irgend erheblicher Größe fast nur bei den extremen Augen-

stellungen kommt, also bei Augenbewegungen von bedeutender Exkursion. Zu solchen Augenbewegungen kommt es jedoch im normalen Gebrauch der Augen nur äußerst selten, weil wir gewohnt sind, mit Bewegungen des Kopfes nachzuhelfen. Was dann an Augenbewegungen noch übrig bleibt, das führt, weil es sich von der Primärstellung zumeist nur wenig entfernt, und überdies, nach Hering[161], die Kopfdrehungen häufig geeignet sind, den Rollungseffekt zu kompensieren, zumeist zu Aberrationslagen so geringen Grades, daß sie unter gewöhnlichen Verhältnissen nichts zu bedeuten haben.

Ein Zweites liegt im Momente der Erfahrung. Ein Beispiel dafür haben wir schon angeführt: Im Nachbildversuch mit dem aufrechten Kreuze und der durch Vertikale und Horizontale eingeteilten Projektionstafel. Fixiert man einen Kreuzungspunkt an der Tafel schief oben rechts, so bildet sich der vertikale Tafelstreifen wegen der Aberration gewiß nicht auf dem vertikalen Netzhautmeridiane ab, wird also eigentlich wohl auch nicht vertikal „empfunden", wahrgenommen; trotzdem wird er als vertikal aufgefaßt, nur weil man es schon weiß, daß man es da mit einer Vertikalen zu tun hat. Das Wissen, die Erfahrung ist also unter gewissen Umständen imstande, die etwa anomale Empfindung (Wahrnehmungsvorstellung) gleichsam zurechtzurücken. Wie dieser Vorgang zu verstehen sein mag, das wird uns an anderer Stelle beschäftigen. Und da wir nun begreiflicherweise über die Gegenstände der täglichen Umgebung die nötigen Erfahrungen stets zur Stelle haben, so kommen uns die Aberrationsabweichungen auch aus diesem Grunde in der Regel nicht zu Bewußtsein.

Daß sich nun aber die entsprechenden Erfah-

rungen tatsächlich auch entwickeln können, dem ist das dritte der anzuführenden Momente besonders förderlich. Es besteht in einer für die Art der Beweglichkeit der Augen höchst charakteristischen Gesetzmäßigkeit, einer Gesetzmäßigkeit, die freilich nur unmittelbare Folge aus den Bewegungsgesetzen selbst ist, indem sie die Konsequenzen für die möglichen Endlagen aus denselben zieht: das sogenannte Donderssche Gesetz, das Gesetz der konstanten Orientierung. Die Orientierung des vertikalen Netzhautmeridianes (und mit ihm natürlich zugleich auch die der ganzen Netzhaut) ist für jede einzelne Lage der Blicklinie, ganz unabhängig von dem Wege, auf dem sie in diese Lage gekommen ist, stets dieselbe. Aus diesem Gesetze folgt unter anderem, daß die Augenbewegung aus einer Sekundärstellung in eine andere auch beim Fernsehen nicht rollungsfrei verlaufen kann. Im gegenwärtigen Zusammenhange ist das Gesetz besonders deshalb von Wichtigkeit, weil es gewissermaßen einen Ersatz für das nicht verwirklichte Ideal der Aberrationsfreiheit bietet, indem es wenigstens die Konstanz des Aberrationswinkels für jede einzelne Augenstellung gewährleistet und so das Erlernen der Korrektur des Fehlers überhaupt erst ermöglicht.

Das also sind die drei Momente, die gleichsam den Schaden der Aberration zu überwinden helfen. Daß jedoch dieser Schade, dieser Mangel unserem Sehen überhaupt anhaftet, das wird wohl nur so zu verstehen sein, daß er bei der sonst größten Leistungsfähigkeit des Apparates das kleinste Übel darstellt und um wichtigerer Vorteile willen mit in den Kauf genommen ist. Nach Herings Meinung soll er dem „Prinzip des größten Horopters" unterzuordnen sein, d. h. es soll durch ihn jeweils der vergleichs-

weise größte Ausschnitt des Außenraumes in den Horopter, das Gebiet des Einfachsehens, gebracht werden können.[162]

5. Die wirksamste Erweiterung des unserem Auge zugänglichen Raumgebietes erzielen wir durch Bewegungen des Kopfes, des Rumpfes und schließlich des ganzen Körpers. Indes je weiter sich die Bewegungsvorgänge vom Auge weg auf die Bewegungsapparate der übrigen Partien des Körpers erstrecken, desto geringeres Interesse bieten sie für die Psychologie der Raumwahrnehmung. Wohl wirken sie zur Raumwahrnehmung insofern mit, als sie ihr sonst unzugängliche neue Teile des äußeren Raumes erschließen. Aber es sind nicht auch neue Gesichtsraumempfindungen, nicht neue visuelle psychische Gebilde, mit denen sie dies tun und zu denen sie führen; es ist vielmehr stets das gleiche Kapital an visuellen Empfindungsinhalten, mit denen das Bewußtsein bei allen räumlichen Veränderungen des Kopfes und des Körpers operiert, und daß diese immer wiederkehrenden Empfindungsinhalte trotzdem zur Erkenntnis neuer und immer neuer Räume Verwendung finden können, das liegt nicht mehr an Einrichtungen der visuellen Raumwahrnehmung, sondern an dem Dazwischenkommen von Empfindungen anderer Art, hauptsächlich von Bewegungsempfindungen, und ihrer zum Teil reproduktiven Kombination mit jenen; es gehört daher nicht mehr gerade nur zur Raumwahrnehmung des Auges, sondern bereits in ein anderes Kapitel der Psychologie, das zu betiteln wäre „Der räumliche Orientierungssinn".

Den nächsten inneren Zusammenhang mit den Raumempfindungen haben natürlich die Bewegungen des Kopfes. Indes ist das Gesetz, das sie, soweit

sie der Raumwahrnehmung dienen, beobachten, noch nicht endgültig ermittelt. Helmholtz meint, daß sich die Bewegungen des Kopfes im großen Ganzen nach demselben Prinzip vollziehen wie die der Augen.[163] Vermöge der anatomischen Beschaffenheit seiner Gelenke könne er mäßige Drehungen um alle beliebig gelegenen Achsen ausführen, und er bewege sich tatsächlich um der jeweiligen Augenbewegungsachse parallele Achsen. Das Gesetz hat den Mangel, für das Nahesehen keinen rechten Sinn zu ergeben. Hering glaubt aber auch seiner Geltung für das Fernsehen widersprechen zu müssen, indem er nachweisen zu können glaubt, daß die Bewegungen des Kopfes die Wirkungen der Rollungen unter Umständen zu kompensieren vermögen.[164]

Sind also die Bewegungsgesetze des Kopfes selbst noch nicht endgültig festgestellt, so ist doch wenigstens eine der wichtigsten Wechselbeziehungen zwischen Kopf- und Augenbewegungen ziemlich genau bekannt. Sie betrifft die sogenannten kompensatorischen Rollungen des Auges bei Seitwärtsneigung des Kopfes. Schon seit mehr als hundert Jahren[165] weiß man, daß die Bulbi bei Neigung des Kopfes gegen die Schulter, gleichviel ob sie aktiv oder passiv ausgeführt wird, ebenso bei horizontaler Lagerung des ganzen Körpers Rollungen in dem der Kopfneigung entgegengesetzten Sinne ausführen, die, zu Beginn der Neigung von größerer Exkursion, dann auf ein bestimmtes Maß zurückgehen und auf diesem ziemlich konstant bleiben, solange der Kopf in seiner seitlichen Neigung verharrt, an beiden Augen ungefähr gleichgroß sind und mit der Größe der Kopfneigung zunehmen.[166] Auch ist ziemlich sichergestellt, daß sie mit dem Ohrlabyrinth in funktionellem Zusammenhang stehen, da sie bei Labyrinthdefekten

oder experimenteller Labyrinthzerstörung fast regelmäßig ausbleiben. Sie sind wahrscheinlich Rudimente einer Einrichtung, die dazu bestimmt ist, die absolute Orientierung der Netzhaut, nämlich die vertikale Einstellung des in der Primärlage vertikalen Meridianes, der Kopfneigung zum Trotz zu erhalten; denn bei Tieren reicht sie tatsächlich zu diesem Zwecke aus[168], beim Menschen allerdings nur unvollkommen und nur bei Kopfneigungen geringen Grades.

Die eben ausgesprochene Hypothese über den entwicklungsgeschichtlichen Ursprung der kompensatorischen Rollungen geht wiederum von der Grundannahme aus, daß der Eindruck des Vertikalen lediglich an die Reizung eines in der Netzhaut festen Meridianes, des sogenannten scheinbar vertikalen Meridianes gebunden ist, und es für diesen Eindruck nichts verschlägt, wenn dieser Meridian vermöge Augen- oder Kopfbewegungen aus seiner normalen, nahezu vertikalen Lage heraus gerät. Der etwaige Zusammenhang dieser Rollungen mit dem Labyrinth hat zunächst noch gar keine direkte sensorische Bedeutung; er funktioniert hier nur in motorischem Sinne, indem er für die Auslösung eines die Einstellung des Auges korrigierenden Reflexes sorgt.

Es könnte aber auch sein, daß dem Ohrlabyrinth auch ein direkter sensorischer Einfluß auf den Ausfall der Lagewahrnehmung des Auges zukommt. Freilich muß die Beobachtung, an die man sich von diesem Gesichtspunkte aus zunächst erinnert finden wird, das sogenannte Aubertsche Phänomen[169], nicht unbedingt in diesem Sinne verstanden werden. Es ist von Interesse, wieder einmal den Wortlaut[170] anzuführen, mit dem diese Tatsache seinerzeit von ihrem Entdecker mitgeteilt worden ist. „Wenn ich nämlich in einem sonst ganz finsteren Zimmer nur einen

linienförmigen Spalt am Fenster übrig lasse, welcher zu klein ist, um die im Zimmer befindlichen Objekte zu beleuchten, mich gerade vor die vertikale helle Linie stelle und den Kopf nach rechts neige, so daß also das rechte Ohr nach unten gerichtet ist, so erscheint die Linie schief und zwar von rechts unten nach links oben gerichtet. Entsprechend sind die Resultate bei horizontaler Lage der hellen Linie. . . . Um die Größe der scheinbaren Drehung ungefähr zu bestimmen, gab ich der Linie eine Neigung von 45°, und zwar von links unten nach rechts oben. Neige ich den Kopf nach rechts, so erscheint die Linie vertikal, geht sogar bei starker Neigung des Kopfes (über 90°) über die Vertikale hinaus, – neige ich den Kopf nach links, so erscheint die Linie horizontal . . ." Trotz des recht ansehnlichen Materiales an näheren Einzeltatsachen, das schon Aubert über diese Erscheinung gesammelt hatte und das seither noch erheblich angewachsen ist[171], muß ihre Erklärung auch heute noch als kontrovers bezeichnet werden. Auberts Gedanke, die „Vorstellung" der Kopfneigung schwinde aus dem Bewußtsein, muß wohl aufgegeben werden. Nun läge es nahe, die ganze Täuschung dem Umstande zuzuschreiben, daß die kompensatorische Rollung der Bulbi bei seitlicher Kopfneigung nicht ausreicht, um deren die Orientierung störenden Folgen auszugleichen.[172] Man könnte dann der Annahme einer direkten sensorischen Einwirkung des Labyrinthes auf die visuelle Raumwahrnehmung entraten. Aber die Größenverhältnisse zwischen der scheinbaren Verschiebung der Vertikalen und der Rollung dürften dieser Auffassung gewichtige Schwierigkeiten bereiten. Die große Unregelmäßigkeit und Variabilität dieser Verhältnisse sowie der Größe der Scheindrehung überhaupt[173] läßt zudem vermuten, daß

wesentlich verwickeltere, und zwar zentralere Vorgänge als Ursachen daran beteiligt sind. Dann könnte es immerhin sein, daß die Funktion des Labyrinthes dabei eine direkte, sensorisch relevante Rolle spielt, wenn man auch nicht sogleich die Annahme zu machen brauchte, daß die den Eindruck des Vertikalen ermöglichenden Raumwerte der Netzhaut lediglich durch eine gewisse Abhängigkeit vom Labyrinth zu solchen werden. Hinwiederum stünde der Vermutung eines weit zurückliegenden phylogenetischen Zusammenhanges immerhin kaum etwas entgegen.

Übrigens ist hier auch noch an andere Erfahrungen zu erinnern, die gleichfalls zu den wichtigsten Ausgangspunkten der Untersuchung des vorliegenden Gegenstandes gehören. Bei schnellem Durchfahren einer Kurve auf der Eisenbahn erscheint eine in bestimmtem Grade geneigte Gerade vertikal, die objektiv Vertikale geneigt, und zwar mit dem oberen Ende nach außen. Die Neigung hat also gleichen Sinn mit der Neigung, welche die haptisch-statische Vertikale in solchen und analogen Fällen durch die Einwirkung der Zentrifugalkraft auf den Körper, zunächst auf das Ohrlabyrinth, erfährt. Auch hier sieht man sich wiederum auf die Vermutung geführt, daß uns das Auge von jenen Lagen den visuellen Eindruck des Vertikalen gibt, die nach den statischen Empfindungen als vertikale wirken und erscheinen[174], daß also die Funktion des Labyrinthes es ist, was dem Auge die sensorischen Orientierungsraumwerte vorschreibt. Und andererseits hinwiederum ist's auch in diesem Falle möglich, daß dem Labyrinth dabei gar keine andere Funktion zukommt als die Auslösung eines Reflexes zur Änderung der Augenstellung, die dann in einer gleichsinnigen Rollung mit schließlicher Parallelstellung der scheinbar vertikalen Meridiane zur

Kurvenbewegungsachse bestehen müßte.[175] Welche von beiden Auffassungen die Wahrheit trifft, läßt sich nicht dadurch entscheiden, daß sich bei Taubstummen auf der Drehscheibe das in Rede stehende Phänomen herabgesetzt zeigte[176], und nicht dadurch, daß mechanische[177] oder galvanische[178] Reizung des inneren Ohres ähnliche Störungen ergaben. Dazu sind schärfer differenzierende Maßnahmen erforderlich, die dann aber allerdings in eines der tiefsten und grundlegendsten Probleme der Psychophysiologie des Raumwahrnehmungsvermögens und seiner Phylogenese hineinzuführen bestimmt erscheinen. Vor allem aber bedürfte es einer zuverlässigen und erschöpfenden Analyse des Inhaltes der Vertikalvorstellung in allen ihren Formen und Beziehungen, zu der jedoch erst so unvollkommene Ansätze vorliegen, daß ein näheres Eingehen darauf an dieser Stelle ausgeschlossen ist.

3. Kapitel.

Anteil und Bedeutung der Vorstellungsproduktion.

1. Wir sind der Meinung, daß wir nun alles erwähnt und untersucht haben, was an der Gesichtsraumwahrnehmung — im Sinne des seinerzeit gemachten Vorbehaltes — als Sache unmittelbarer und reiner Empfindung aufgefaßt werden könnte.

Nun haben wir aber schon in der Einleitung ausführlich darauf hingewiesen, daß, wenn wir der Empfindung auch einen noch so großen und gewichtigen Anteil an der Gesichtsraumwahrnehmung zusprechen, es doch weitaus nicht angeht, sie als das einzige Konstituens derselben hinzustellen und die Wahrnehmung in der Empfindung, oder auch nur in den Empfindungen, aufgehen zu lassen. Denn die Wahrnehmung ist mehr als eine bloße Mehrheit von Empfindungen. Wir denken dabei nicht einmal noch an die Urteilszutaten, die für jede Wahrnehmung wesentlich sind[1]; selbst der Vorstellungsbestand der Wahrnehmung geht über das durch die Empfindungen direkt Gebotene in der Regel noch wesentlich und weit hinaus. Die Vorstellungsreproduktion fügt dem direkt Empfundenen oft recht beträchtliche Ergänzungen hinzu, ohne den Charakter des Gesamtgebildes als den einer Wahrnehmung irgend merklich zu verändern. Aber auch wenn wir alle reproduktiven Faktoren vorläufig noch ganz beiseite lassen, bleibt noch ein sehr gewichtiges weiteres Vorstellungsmoment an der Wahr-

nehmung der Beachtung vorbehalten. Die Empfindungen gehen kaum je einzeln und unverbunden, sondern fast immer in größeren Vereinigungen und zu Vorstellungen komplizierterer, einheitlicher Gegenstände zusammengefügt in die Wahrnehmung ein; dieses Zusammenfügen ist aber nicht ein bloßes Nebeneinanderstellen, Summieren oder Kumulieren, sondern ein eigener, neuer psychischer Prozeß mit einem eigenartigen, neuen psychischen Gebilde als seinem Ergebnis, einer Vorstellung, die niemals durch Sinnestätigkeit allein entstehen kann, sondern als sein Erzeugnis diesem Prozesse eigentümlich ist. Wir meinen die Vorstellungsproduktion und ihr Ergebnis, die produzierten Vorstellungen.

Der Darlegung des Anteils der Vorstellungsproduktion an der Gesichtsraumwahrnehmung soll das vorliegende Kapitel gewidmet sein.

Die Leistungen der Vorstellungsproduktion, die innerhalb dieses Gebietes zu verzeichnen sind, sind vor allem die anschaulichen (Wahrnehmungs-)Vorstellungen der Gestalten und Formen, ferner die der Bewegungen. Damit ist freilich nicht erschöpft, was die Vorstellungsproduktion zu unserem räumlichen Vorstellen und Denken überhaupt beiträgt. Das Vergleichen von Lagen, Richtungen und Größen, selbst wieder von Formen und Bewegungen, das damit nächst verwandte Messen[2], ferner alles Aufsuchen von Verträglichkeits- und Unverträglichkeitsrelationen, von notwendigem Zusammenbestehen zwischen Lagen und Größen, eine der allgemeinsten Aufgaben der ganzen Geometrie, ist ja gleichfalls Leistung einer bestimmten Art von Vorstellungsproduktion. Aber sie geht über das, was man unter Wahrnehmung zu verstehen pflegt, bereits weit hinaus und wird uns daher im folgenden

nicht zu beschäftigen haben. Das Erfassen von Gestalten und Bewegungen dagegen wird, wenn es sich in unmittelbarem Anschluß an die Sinnestätigkeit vollzieht, wohl mit Recht den Leistungen des Wahrnehmens (nicht Empfindens) zugerechnet, wir werden ihm also unsere besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden haben.

Die erste Aufgabe, der wir dabei gerecht werden müssen, ist, Gesichtspunkte und Tatsachen vorzulegen, die es einsehen lassen, daß zum Herbeischaffen des für das Erfassen von Bewegungen und Gestalten notwendigen Vorstellungsmateriales noch etwas anderes als bloßes Empfinden erforderlich ist. Handelte es sich um das Vergleichen, um das Aufsuchen der Notwendigkeits-, der Verträglichkeitsrelationen, so wäre ein solcher Nachweis kaum, oder doch viel weniger dringlich; jeder spürt in vielen Fällen selbst, daß dazu eine über das bloße Empfinden hinausgehende, weitere, eigene Tätigkeit gehört. Das Erfassen von Gestalten und Bewegungen hingegen geschieht meist so spontan, so gleichsam ohne unser Zutun zusammen mit dem Empfinden, daß die Versuchung sehr naheliegt, es als Sache des Empfindens selbst zu nehmen und mit diesem erschöpft sein zu lassen. Demgegenüber ist nun auf allerlei, wie folgt, hinzuweisen.

Erstens: Es bedarf keines Beweises, daß die Wahrnehmungsvorstellung einer Gestalt, einer Bewegung jedesmal mehr als einer, in der Regel einer sehr großen Anzahl von Einzelortsempfindungen bedarf und sie in sich befaßt. Solche Empfindungen sind nun allerdings auch jederzeit in ausreichender Menge vorhanden, ja dies in so überreichem Maße, daß die verhältnismäßig wenigen, jeweils aktuellen Gestaltvorstellungen, weit entfernt, sie alle in sich

zu befassen, vielmehr auf einer relativ sehr engen Auswahl von Einzelempfindungen beruhen. Es ist also erforderlich, daß das Subjekt eine gewisse Auswahl trifft. Da aber in der Regel mehr als eine Gestalt im Vorstellungskreis erscheint, so kann es mit der bloßen Auswahl nicht sein Bewenden haben. Es ist ausgeschlossen, daß das bloße Ausgewähltwerden einer gewissen Mehrheit von Empfindungen (Empfindungsgegenständen), das bloße Herausgehobenwerden an sich schon genügt, sie zu einer Gestaltvorstellung (Gestalt) zu machen. Denn worin besteht, psychologisch-theoretisch betrachtet, dieses „Herausgehobenwerden"? Doch offenkundig in nichts anderem als darin, daß sie durch die Aufmerksamkeit herausgehoben, von der Aufmerksamkeit getroffen, Gegenstand der Aufmerksamkeit sind. Wie weit wir nun auch davon entfernt sein mögen, das Wesen der Aufmerksamkeit endgültig zu kennen, das eine ist sicher, daß, wenn wir überhaupt eine Verschiedenheit, eine Variabilität des durch die Aufmerksamkeit Herausgehobenwerdens zugeben, dieselbe nur die Intensität der Aufmerksamkeit betreffen kann; so meint man ja gewöhnlich, daß ein Gegenstand, eine Vorstellung in der Regel im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit stehe, von ihr am deutlichsten, am intensivsten hervorgehoben werde, während die Umgebung mit wachsender Entfernung immer schwächer und schwächer von ihr getroffen sei. Aber diese Intensitätsabstufung kann das nicht erklären, was wir beim Gestalterfassen beobachten. Innerhalb des durch die Aufmerksamkeit Hervorgehobenen gibt es keine koordinierte Gliederung; eine Empfindung kann mehr, eine andere weniger hervorgehoben sein, im übrigen aber bildet alles von der Aufmerksamkeit Hervorgehobene höchstens (richtiger nicht einmal noch das)

ein zusammengehöriges Ganzes, und nicht kann es durch die Aufmerksamkeit allein zur Entstehung mehrerer, gegeneinander abgeschlossener Ganzer, mehrerer gleichzeitiger, in bezug auf ihre Natur und ihren Aufbau gleichartiger Komplexe kommen. Gerade das aber ist für das Gestaltvorstellen charakteristisch. Es ist ein Ausnahmsfall, wenn bei gewöhnlichem Sehen wirklich einmal nur eine einheitliche Gestalt im Sehfelde erscheint; zu allermeist sind deren mehrere zugleich vorhanden und vorgestellt, abgesehen davon, daß jede einzelne von ihnen in der Regel aus mehreren unterscheidbaren, ihrerseits wieder einheitlichen Teilgestalten besteht. Das geht über das Vermögen der bloßen Aufmerksamkeit hinaus, und wenn wir auch zugeben wollten, daß die Auswahl und das Herausheben der zu den Gestaltvorstellungen gehörigen Empfindungen aus der Unzahl der übrigen von der Aufmerksamkeit geleistet wird, so braucht es doch auch noch ein Gruppieren und Zusammenschließen, ein Trennen und vereinheitlichendes Verbinden, wenn die Gestaltvorstellungen zustande kommen sollen, und dies kann nicht mehr Sache der Aufmerksamkeit sein, dafür ist wohl ein eigener Prozeß verantwortlich zu machen — man gäbe denn dem Terminus Aufmerksamkeit einen alles Charakteristische verwischenden, alle Unterschiede vermengenden, völlig unbestimmt weiten Sinn.

Aufgabe dieses Prozesses ist es also, aus der Vielheit der zunächst, wenn auch bereits ausgewählt, so doch immer noch beziehungslos, unverbunden und koordiniert nebeneinanderstehenden Empfindungen einen — oder mehrere — in sich einheitliche Komplexe zu schaffen, Empfindungskomplexe, die je ein zwar zusammengesetztes, jedoch einheitliches (eine Einheit darstellendes) Gebilde, eine Gestalt, eine Bewegung zu anschaulicher Vorstellung bringen.

Daß es sich hier wirklich um einen eigenen Prozeß handelt, das werden besonders eindringlich die Ausführungen des nächsten Abschnittes erweisen, dafür sind aber auch sonst schon hinlängliche Beweise beigebracht.[3] Einer der handgreiflichsten ist der Hinweis auf die bekannte Erfahrung, daß ein und dieselbe Mehrheit (oder Ansammlung) von Empfindungen verschiedene komplexe Vorstellungen, also Vorstellungen verschiedener Gestalten ergeben kann. Man nehme z. B. die durch die Punktgruppe vermittelte Empfindungsmehrheit. Jedermann überzeugt sich leicht, wie vieldeutig sie als Grundlage einer darauf aufzubauenden Gestaltvorstellung ist. Man kann die Punkte so sehen, daß sie die Gestalt ergeben, oder die Gestalt oder , oder oder usw. noch viele andere. Oder ein anderes Beispiel: Eine vollkommen gleichmäßige, monotone Folge gleicher Klopfgeräusche von gleicher Stärke, gleicher Dauer und gleichem gegenseitigen Abstand. Es ist leicht, diese Folge in zwei-, drei-, vier-, sechs-, auch fünfteiligem Rhythmus zu hören. Wenn man die Punktgruppe einmal so, einmal so, ein ander Mal wieder anders „sieht", so sind es verschiedene Gestaltvorstellungen, zu denen die Punktempfindungen zusammengeschlossen werden. An den Empfindungen als solchen ändert sich im allgemeinen und wesentlichen nichts, die sind in jedem Falle die gleichen. Und man darf nicht etwa meinen, die verschiedenen Gestaltvorstellungen, die dabei herauskommen, beruhten auf reproduktiver Ergänzung oder Einfügung der Vorstellung verschiedener Striche; die Gestalten sind auf die Striche durchaus nicht angewiesen, sie können erfaßt, vorgestellt sein, ganz ohne daß die Striche hineingedacht werden, die innere Erfahrung

gibt darüber deutlich genug Auskunft. Die verschiedenen Gestaltvorstellungen sind Ergebnis des verschiedenen Ablaufs eines eigenen, zu den Empfindungen noch hinzutretenden Prozesses. Ganz analog verhält sich die Sache mit den verschiedenen Rhythmen, in denen ein und dieselbe Reihe von Klopfgeräuschen „gehört" werden kann. Der Fall ist vielleicht noch deutlicher. Rhythmen sind ja auch nichts weiter als Gestalten, natürlich nicht räumliche Gestalten, sondern zeitliche; und die anschauliche Vorstellung der rhythmischen Reihe muß gleichfalls erst noch durch einen eigenen Prozeß aus dem Kollektiv der Empfindungen gebildet werden. Je nach Beschaffenheit und Ablauf dieses Prozesses kommt es zur Vorstellung des einen oder des andern Rhythmus.

Es ist freilich eine, wenn auch literarisch nicht so ganz ausdrücklich vertretene, dafür aber sonst ziemlich verbreitete Meinung, man könne den angeführten Erfahrungstatsachen gerecht werden, ohne auf die Annahme eines solchen eigenen Prozesses rekurrieren zu müssen. Einfach wiederum die Aufmerksamkeit, genauer die verschiedene Richtung der Aufmerksamkeit soll es sein, die zu dem Effekt der „verschiedenen Auffassungsweise", der verschiedenen Gruppierung der Punkte z. B., kurz, wie wir sagen, zu den verschiedenen Gestalten und deren Vorstellungen führen.[4] Es wäre nun allerdings gut, ließe sich die Theorie der Sache mit einfacheren Mitteln besorgen und die Anerkennung eines neuen, eigenen Prozesses vermeiden. Aber, wir haben es bereits oben bemerkt, entweder erfährt dabei die Aufmerksamkeit, richtiger das, was wir uns unter Aufmerksamkeit denken, eine so unpräzise Erweiterung des Begriffes, daß er dann jeder charakteristischen Bestimmtheit und Schärfe entbehrt und theoretisch un-

brauchbar wird; oder der Versuch schlägt überhaupt auch sonst schon fehl.

Denn auch dies letztere dürfte sich, genau besehen, für die in Rede stehende Auffassung erweisen lassen. Nehmen wir das Beispiel von der Punktgruppe. Je nach der Richtung der Aufmerksamkeit soll bald diese, bald jene Gestalt aus ihr werden, bald diese, bald jene Gestaltvorstellung zustande kommen. — Wie steht es nun aber mit dieser sogenannten „Richtung der Aufmerksamkeit"? Der Ausdruck ist eine Metapher. Direkter ist das, was mit ihm gemeint sein soll, durch den Hinweis auf den Gegenstand der Aufmerksamkeit bezeichnet; die „Aufmerksamkeit ist auf etwas gerichtet" heißt, dieses Etwas ist Gegenstand der Aufmerksamkeit. Wenn etwas Gegenstand der Aufmerksamkeit sein soll, so muß es notwendig vorgestellt, als Empfindung gegeben oder sonst irgendwie im Bewußtsein repräsentiert sein. Das haben wir im Auge zu behalten und nun zu fragen, wie es die Aufmerksamkeit anfängt, aus dem gleichen Empfindungsmaterial je nach ihrer Richtung verschiedene Gestaltvorstellungen zu schaffen. Die in Rede stehende Meinung weiß darauf keine andere Antwort als die, daß, je nachdem die Aufmerksamkeit auf die eine oder die andere Gestalt gerichtet ist, diese oder jene Gestaltvorstellung aus dem vorhandenen Empfindungsmaterial zustande kommt. Die Vorstellung der Gestalt g_1 ergibt sich also, wenn die Aufmerksamkeit auf g_1, die der Gestalt g_2, wenn die Aufmerksamkeit auf g_2 gerichtet ist. Damit aber die Aufmerksamkeit auf g_1 oder auf g_2 gerichtet sein kann, damit mit anderen Worten g_1 oder g_2 Gegenstand der Aufmerksamkeit sein können, ist es unerläßlich, daß g_1 beziehungsweise g_2 vorgestellt seien. Also: Die Vorstellung von g_1 soll da-

durch zustande kommen, daß die Aufmerksamkeit auf g_1 gerichtet ist, und damit die Aufmerksamkeit auf g_1 gerichtet sein kann, dazu ist unerläßlich, daß die Vorstellung von g_1 bereits vorhanden sei — offenbar ein Zirkel, der den wahren Sachverhalt nicht richtig wiedergeben kann.

Es wird freilich nicht an Versuchen fehlen, den Schaden zu verkleistern und die Theorie durch Zusätze und Ergänzungen zu adaptieren; aber kaum mit wirklichem Erfolg. Man könnte z. B. sagen, die Aufmerksamkeit ist, solange aus den Empfindungen noch nicht die Wahrnehmungsvorstellung der Gestalt g_1 hergestellt ist, um sie herzustellen, auf g_1 vermittelst einer reproduzierten Vorstellung gerichtet. Aber, um alles andere an Entgegnungen zurückzustellen, woher soll die reproduzierte Vorstellung kommen? Reproduktion einer Vorstellung ist doch nur möglich, wenn die Vorstellung einmal ursprünglich und nicht als reproduzierte vorhanden war. Wie also, wenn es sich um das erstmalige Erfassen einer neuen Gestalt handelt? Und solch erstmaliges Erfassen ist doch keineswegs ein bloß fingierter Fall; wie leicht und wie oft kommen wir in die Lage, neue, vorher noch nicht gesehene Raumgestalten, neue, vorher noch nicht gehörte Melodien — denn auch dies sind Gegenstände von Gestaltvorstellungen — aufzunehmen, wobei also von einer notwendigen Mitwirkung reproduzierter Vorstellungen keine Rede sein kann; und doch geht das Auffassen der Gestalten meist anstandslos vor sich, ja gerade die Fälle, in denen es etwa doch Schwierigkeiten macht und unsicher vonstatten geht, sind ein Beweis dafür,[5] daß die Gestaltvorstellung nicht von selbst schon mit den Empfindungen gegeben ist. — Oder ein anderer Versuch. Die Sache liege analog wie beim willkür-

lichen Hervorrufen einer Erinnerungsvorstellung. Soll eine Vorstellung, wie es oft genug tatsächlich vorkommt, willkürlich (absichtlich) wachgerufen, aktualisiert werden, so muß ein Willensakt auf die Aktualisierung dieser Vorstellung gerichtet sein und zu diesem Zwecke an die Vorstellung bereits gedacht werden. In diesem „Denken an die Vorstellung" müßte die Vorstellung selbst schon, könnte man meinen, enthalten sein, somit der Willensakt, durch den sie erst hervorgerufen werden soll, sie selbst bereits voraussetzen und in sich enthalten. Das ist jedoch nicht wahr. Denn jenes „Denken an die Vorstellung" geschieht auf eine indirekte Weise, auf dem Umweg über das Denken von Beziehungen, und das willkürliche Hervorrufen von Erinnerungsvorstellungen besteht eben darin, daß an Stelle der indirekten die direkte, unter Umständen anschauliche Vorstellung tritt. Ebenso, könnte man sagen, verhalte sich die Sache hier, beim Bilden einer Gestaltvorstellung durch die Aufmerksamkeit. Damit die anschauliche Vorstellung einer bestimmten Gestalt zustande komme, müsse wohl die Aufmerksamkeit auf die Gestalt gerichtet sein, doch werde die Gestalt dabei nur unanschaulich, indirekt erfaßt, und um das Entstehen der anschaulichen Vorstellung handle es sich. So müßte es wohl gehen, und der Zirkel wäre damit tatsächlich behoben. Aber die Erfahrung stimmt nicht dazu. In Ausnahmsfällen mag es sich so verhalten; man hat z. B. die Aufgabe gestellt, aus einer gegebenen Gruppe von Punkten etwa ein Fünfeck, aus einem, wenn auch ein sonstiges Bild ausmachenden Chaos von Linien und Schatten den Schillerkopf (man denke an die sogenannten Vexierbilder) herauszusehen. Die aufzusuchende Gestalt wird zunächst unanschaulich, indirekt gedacht, sie ist so allerdings bereits der Gegen-

stand der Aufmerksamkeit. Nicht aber kommt es schließlich durch diese Richtung der Aufmerksamkeit allein schon zur anschaulichen Gestaltvorstellung, wie naheliegende Gedanken lehren; und ebensowenig ist es die Regel, daß der Gegenstand der jeweils sich einstellenden anschaulichen Gestaltvorstellung in solcher Weise in indirekter Vorstellung vorgegeben vorliegt. — Einen dritten und, um nicht zu ermüden, letzten Versuch wollen wir noch anführen; was außerdem etwa noch beizubringen wäre, hat schon von vornherein noch weniger Schein für sich. Die Auffassung des Sachverhaltes wäre darnach folgende. Wohl ist es die Aufmerksamkeit, was das Zustandekommen der Gestaltvorstellung bedingt, und die Aufmerksamkeitsrichtung, wovon das Zustandekommen dieser oder jener bestimmten Gestalt abhängt. Aber die Aufmerksamkeit ist, wenn sie zur Vorstellung einer bestimmten Gestalt g_1 führt, nicht etwa auf diese Gestalt selbst gerichtet, sondern vielmehr zunächst nur auf die Punkte, welche die resultierende Gestalt ausmachen, und zwar aus der ganzen Gesamtheit aller eben vorgestellten (empfundenen) Punkte gerade nur auf diese. Da diese Punkte nun in den eben gegebenen Ortsempfindungen tatsächlich psychisch repräsentiert erscheinen und also im Bewußtsein vorhanden sind, so könne von einem Zirkel, der der in Rede stehenden Auffassung zur Last zu legen wäre, nicht mehr die Rede sein. Die Sache ist klar. Es fragt sich nur, — nicht, ob das Herausheben einer Gruppe von Empfindungen aus den übrigen durch die Aufmerksamkeit schon genügt, um eine Gestaltvorstellung entstehen zu lassen, denn davon war bereits die Rede, und wir haben gesehen, daß auch diese Frage zu verneinen ist — jetzt handelt es sich vielmehr darum, zu entscheiden, ob verschiedene

Richtung der Aufmerksamkeit, ohne irgend durch Gestaltvorstellungen geleitet zu sein, indem lediglich die einzelnen Ortsempfindungen ihren Gegenstand abgeben, dafür verantwortlich gemacht werden kann, wenn aus demselben Kollektiv von einzelnen Orts-(Punkt-)Empfindungen einmal die eine, ein ander Mal eine andere Gestalt hervorgeht. Auf diese Frage muß folgendes zur Antwort kommen. Es ist ganz sicher, daß, wenn eine Empfindung bei der willkürlichen Bildung einer Gestaltvorstellung absichtlich mitverwendet werden soll, diese Empfindung von der Aufmerksamkeit getroffen sein muß, und es ist ein ziemlich häufig verwirklichter Fall, daß die Gestaltbildung einfach den durch willkürliche oder unwillkürliche Aufmerksamkeit hervortretenden Elementen folgt. Damit ist aber noch keineswegs gesagt, daß bei Gleichbleiben der Gruppe von durch die Aufmerksamkeit hervorgehobenen und an der Gestaltbildung beteiligten Elementen der Ausfall im Sinn der einen oder der anderen Gestalt von der Aufmerksamkeitsrichtung abhänge; und es ist auch gar nicht abzusehen, wie dies möglich sein sollte. Ein einfaches Beispiel wird dies zur Einsicht bringen. Es finden sich auf einem Blatt Papier vier Punkte in folgender Anordnung ⁘ sonst nichts. Beim ersten Blick auf das Papier ziehen die Punkte die Aufmerksamkeit auf sich, und man wird schwerlich sagen können, ob einer mehr, ein anderer weniger. Nun ist es aber Tatsache, daß man die Punkte entweder in der Gestalt so +, oder so ◇, abgesehen noch von vielen anderen Gestalten, sehen kann. Was soll man sich nun dabei denken, daß sich die Aufmerksamkeit in zwei verschiedenen Weisen auf die vier Punkte verteilen, daß sie in zwei verschiedenen Weisen auf die vier Punkte soll gerichtet sein und zwar so, daß sich die zwei be-

zeichneten Gestalten ergeben sollen? Es ist kein rechter Sinn in dieser Forderung; und die Erfahrung kommt ihr keineswegs entgegen, sie lehrt vielmehr, daß, solange wir den Aufmerksamkeitszustand allein betrachten, die Aufmerksamkeit den vier Punkten im großen ganzen stets in gleicher Weise zugewendet ist, und die vier Punkte stets (man kann kaum sagen in derselben Art, weil es da eben gar nicht verschiedene Arten gibt) von der Aufmerksamkeit erfaßt erscheinen. Die unverkennbaren Verschiedenheiten der Gestaltergebnisse sind auf Verschiedenheiten der Aufmerksamkeitsrichtung, gar wenn sie nur den Elementen zugewendet sein soll, nicht zurückzuführen; die vier Punkte sind eben Gegenstand der Aufmerksamkeit, damit ist alles, soweit es hier die Aufmerksamkeit angeht, schon gesagt, und es ist unerfindlich, wie es die Aufmerksamkeit anfangen sollte, solange Gestaltbildung noch gar nicht platzgegriffen hat, in so vielerlei verschiedenen Verteilungsweisen sich den vier Punkten zuzuwenden. Es gibt ja an sich keine Spaltungen, Verteilungen der Aufmerksamkeit, die nicht im eigentlichen Grunde Spaltungen, Verteilungen, Gruppierungen, Gestaltungen in ihrem Gegenstände wären. Sehen wir also, wie die Erfahrung lehrt, aus vier zunächst noch unverbundenen Punktempfindungen verschiedene Gestaltvorstellungen entstehen, so kann das nicht verschiedenen Aufmerksamkeitsbetätigungen zugeschrieben werden; es ist vielmehr ein deutlicher Beweis dafür, daß zwischen den durch die Aufmerksamkeit herausgehobenen Empfindungen und der Gestaltvorstellung ein eigener Prozeß noch inneliegt, daß dieser Prozeß an dem in solcher Weise dargebotenen Empfindungsmaterial verschieden angreifen und in verschiedener Weise ablaufen kann, so daß er auch zu verschiedenen Ergebnissen, zu verschiedenen Gestaltvorstellungen führt.[6]

Nun ist hiebei noch eines ausdrücklich ad notam zu nehmen, das in den bisherigen Ausführungen allerdings bereits eingeschlossen war. Wenn der Prozeß, von dem die Rede ist, wie wir gesehen haben, in verschiedener Weise einsetzen und ablaufen kann und dadurch zu verschiedenen Gestaltvorstellungen führt, so heißt das offenbar, daß das Ergebnis des Prozesses in einem neuen, ihm eigentümlichen Bewußtseinstatbestande besteht. Man sollte meinen, daß dies nach dem Bisherigen einer weiteren Erörterung nicht mehr bedarf. Es ist aber trotzdem nicht nur sehr lange Zeit gänzlich verborgen geblieben, sondern geradezu bezweifelt und bestritten worden. Und doch: Wenn tatsächlich — und daran ist ja nicht zu rütteln — verschiedene Gestalten aus denselben Punkten werden, und wir die eine Gestalt gegenüber der anderen als eine andere erkennen, so muß, was das eine und was das andere Mal als das Ergebnis des gestaltbildenden Prozesses an Bewußtseinstatsachen vorhanden ist, voneinander verschieden sein. Es werden verschiedene Gestalten vorgestellt: Man wird wohl sagen dürfen, daß eben verschiedene Gestaltvorstellungen zustande kommen. Die Teil-(Punkt-)Vorstellungen sind in beiden Fällen im wesentlichen gleich, was die Empfindung liefert bleibt dasselbe. Sind die Gesamtvorstellungen verschieden, so ist dies nur dadurch möglich, daß ein Vorstellungselement hinzugekommen ist, das je nach der Art und Weise des Prozesses verschieden ausfällt, ein Inhalt, der als Produkt dieses Prozesses (und nicht direkter Sinnestätigkeit) auftritt. Die Gestaltvorstellung ist also wirklich mehr als die bloße Summe der Vorstellungen (Empfindungen) der Ortsbestimmtheiten, auf denen sie sich aufbaut; ihr Inhalt birgt ein Element, das noch zu dem der einzelnen

Empfindungen hinzukommt, nun aber nicht koordiniert und unverbunden neben ihnen steht, sondern, in eigentümlicher Weise auf ihnen aufgebaut und auf sie angewiesen, sie zu einer höheren Einheit in sich zusammenfügt. Der Inhalt der Gestaltwahrnehmungsvorstellung ist die durch einen produzierten Inhalt und in ihm zu einer Einheit zusammengehaltene Gesamtheit der Inhalte der dazugehörigen einzelnen Ortsempfindungen.[7]

Wir glauben also, daß uns der heutige Stand der psychologischen Erkenntnis durchaus dazu berechtigt, dabei zu bleiben, daß es eine sogenannte Vorstellungsproduktion und produzierte Vorstellungen gibt. Dabei verstehen wir unter Vorstellungsproduktion einen psychischen Prozeß, der, häufig unwillkürlich einsetzend und ablaufend, jedoch in beiderlei Belange auch dem Willen vielfach zugänglich, nur dann zustande kommen kann, wenn mehrere, mindestens aber zwei Empfindungen oder überhaupt Vorstellungen im Bewußtsein dazu zusammenwirken, der also auf Grund dieser Vorstellungen, genauer wohl der ihnen zugehörigen Prozesse und ihres Zusammentreffens im Bewußtsein, zur Auslösung und Entwicklung gelangt, und dessen Bewußtseinsergebnis in einem neuen Stück Vorstellung von eigenartiger Beschaffenheit besteht, das nur auf diesem Wege, niemals direkt durch Sinnesempfindung zustande kommen kann, und dessen Inhalt, dem Inhalte der produzierenden Vorstellungen gegenüber etwas Neues, in nicht näher zu beschreibender Weise von diesen abhängig und auf sie angewiesen ist, indem er sie zu einem einheitlichen Ganzen in sich zusammenfaßt. Die Inhalte der produzierenden Vorstellungen zusammen und in der eigentümlichen Verbindung mit dem neuen produzierten Inhaltsmomente machen den Gesamtinhalt des ganzen

Vorstellungskomplexes aus. Und dementsprechend ist auch der Gegenstand des ganzen Vorstellungskomplexes etwas anderes und mehr als die bloße Summe der Gegenstände der produzierenden Vorstellungen, im übrigen ganz wesentlich dadurch charakterisiert, daß zwischen ihm und diesen die Relation der Notwendigkeit besteht.[8]

Wir haben schon erwähnt, daß es im wesentlichen zweierlei Gegenstände der Raumwahrnehmung (im weiteren Sinne) gibt, denen gegenüber sie vorzüglich auf die Mitwirkung der Vorstellungsproduktion angewiesen ist: Die räumliche Gestalt und die räumliche Bewegung. Der Erörterung der Vorstellungen dieser beiden Gegenstände im speziellen haben wir uns nunmehr zuzuwenden.

2. Die Psychologie des Wahrnehmens von räumlichen Gestalten umfaßt ein ungemein weites Gebiet von speziellen Problemen. Alles, was an Bedingungen des Eintritts und des Ablaufs für das Gestalterfassen zur Geltung kommt, hat sie in ihren Bereich zu ziehen. Die erfolgreiche Bearbeitung dieses Gebietes, ja auch schon seine Abgrenzung und Einteilung, hängt jedoch naturgemäß in weitem Ausmaß von der richtigen Erkenntnis des Grundwesens der Raumgestaltvorstellung im allgemeinen ab; solange diese Voraussetzung nicht erfüllt ist, kann es höchstens ein Sammeln von gelegentlichen Einzelerfahrungen geben, eine systematische, auf Einsicht gegründete Durchforschung des Gebietes ist dabei ausgeschlossen. Nun haben wir im vorigen Abschnitt zu sehen Gelegenheit gehabt, wie gerade diese Voraussetzungen selbst noch in Diskussion stehen, ja daß es erst den Bestrebungen der jüngsten Zeit zu verdanken ist, wenn wir nun wenigstens die gesicherte Fragestellung und ernst zu

nehmende Beantwortungsversuche haben. Unter solchen Umständen wird man es begreiflich finden, wenn der vorliegende Abschnitt nicht viel mehr als einen kargen Überblick der einschlägigen allgemeinsten Fragen zu bringen vermag, und im übrigen auf die Zukunft vertrösten muß.

Eine der ersten Fragen wäre: Was für verschiedene Arten von räumlichen Formen gibt es, soweit sie nämlich abhängig sind von Verschiedenheiten des Ablaufs des Produktionsprozesses, und somit auch der resultierenden Gestaltvorstellung? Die Frage ist auf den Gegenstand (die räumlichen Formen) gerichtet und demnach an und für sich keine psychologische. Da jedoch die räumlichen Formen, sofern sie unser verständlich auch bedeutendes psychologisches Inwir wissen, ganz wesentlich durch den Verlauf von psychischen Prozessen bedingt sind, so hat sie selbstverständlich auch bedeutendes psychologisches Interesse. Sie hätte unter anderem die Klarstellung des Wesens der Formen niederer und höherer Ordnung zu behandeln, dann das der Formen von endlicher und von (scheinbar oder wirklich) unendlicher Anzahl der Bestandstücke, dann das der Formen aus homogenen Bestandstücken im Gegensatz zu solchen, die ihren Bestandstücken nach als inhomogen zu bezeichnen wären, und wohl noch anderes mehr.

Eine zweite Frage beträfe die Bedingungen, von denen es abhängt, ob eine gegebene Ansammlung von Einzelempfindungen in einen Produktionsprozeß hineingezogen wird oder nicht, mit anderen Worten, ob eine vorliegende Ansammlung von Einzelorten als Raumgestalt erfaßt wird, und wenn ja, als wie gestaltete. Hier müßte vor allem zur Sprache kommen, was schon im vorigen Abschnitt zu berühren war, in welchem Verhältnisse die Aufmerksamkeit zum Ein-

tritt und zum Verlauf des Produktionsprozesses stehen mag. Die Angelegenheit der Auffälligkeit von Formen gehört hieher. Die Frage dürfte aber über diesen einen Punkt noch weit hinausgehen. Wir wissen ja, wie mannigfaltig das psychische Geschehen in dieser Sache sein kann und ist. Ein und dieselbe Gruppe von Elementen bleibt einmal unverarbeitet, gibt also keine Form ab, ein anderes Mal schließt sie sich in diese, dann wiederum in jene Form zusammen, bald im ganzen, bald teilweise, bald in Untergruppen. Wovon hängt all dies ab?

Ein dritter Komplex von Fragen hätte sich mit den dispositionellen Faktoren des Gestalterfassens und ihren allgemeinen und individuellen Eigentümlichkeiten zu befassen. Ein Teil der Eigenschaften, an die wir bei dem Worte Formsinn denken, käme hier zur Untersuchung. Die Fähigkeit, Formen zu sehen, die unter anomalen Bedingungen gegeben sind, die Fähigkeit, die Formen richtig zu sehen, gehören mit manchem anderen noch an diese Stelle.[9]

All dies und anderes noch dazu müßte somit im vorliegenden Abschnitt seine Behandlung finden. Wir müssen aus den angegebenen Gründen davon Abstand nehmen; außer ein paar verstreuten Einzelheiten wäre aus dem Bestande der heutigen Psychologie dazu nichts hinlänglich Brauchbares beizubringen. Der rasche Überblick der Fragen ist — von einer sofort noch nachzutragenden Ergänzung abgesehen — alles, was wir geben konnten, und wenn auch die Gefahr der üblen Auslegung besteht, so wird ein solcher Hinweis doch immer nützlicher sein als bloßes Schweigen.

Die Ergänzung aber, die wir soeben angekündigt haben, betrifft eine Sache, die schon seit langer Zeit

in ungewöhnlich weitem Maße das Interesse der Fachleute in Anspruch nimmt, die viel und oft behandelt worden ist und eine Unzahl der verschiedensten theoretischen Auffassungen erfahren hat, von der jedoch noch vor verhältnismäßig kurzer Zeit kaum irgendwer daran gedacht hätte, daß sie in das System der Raumpsychologie an dieser Stelle einzuordnen ist. Es ist die Angelegenheit der von jeher sogenannten geometrisch-optischen Täuschungen, die nunmehr zur Behandlung kommt; die anomalen Tatsachen haben eben wie sonst auch hier das Interesse am frühesten auf sich gezogen und sich dem ersten Eindringen in das noch unbetretene Gesamtgebiet am zugänglichsten erwiesen.

Man wird übrigens damit rechnen müssen, daß das, was man unter der genannten Bezeichnung zusammenzufassen seit langem sich gewöhnt hat, nunmehr, bei fortschreitender Einsicht in das Wesentliche, wenn man, wie billig, System und Theorie dem Herkommen voransetzt, zum Teil zu trennen und anders anzuordnen sein wird. Die herkömmliche Bezeichnung ist dann nur mehr ein Sammelname für das historisch Zusammengehörige; die systematische, ins Wesentliche eindringende Behandlung wird sich neuer Gruppierungen und neuer Termini bedienen müssen. Indes ist dies vorläufig erst teilweise zur Tatsache geworden, im übrigen bis jetzt nur eine, wenn auch recht sichere Vermutung. Wir sind gegenwärtig noch nicht so weit, daß wir für das ganze Gebiet der sogenannten geometrisch-optischen Täuschungen die natürlichen Sonderungen aufstellen könnten. So ist es also auch nur als Provisorium gemeint, wenn wir das bezeichnete Tatsachengebiet im folgenden nach Grundtypen geordnet vorführen. Dazu ist außerdem noch zu bemerken, daß wir einen Teil des herkömm-

lichen Inhalts dieses Gebietes bereits an früherer Stelle zu erledigen hatten: Die sogenannte Überschätzung der Vertikalen im Vergleich zur Horizontalen, die scheinbare Neigung der (monokular gesehenen) Senkrechten zum Horizont, die stete Unterschätzung der äußeren Hälfte bei monokularem Halbieren einer Horizontalen, die scheinbare Krümmung seitlich liegender Gerader. Wir haben diese Fälle als schon in der Empfindung begründet, mit anderen Worten als durch die Funktion des Sinnesorganes bedingte Inadäquatheiten[10] der Wahrnehmungsvorstellung auffassen zu müssen geglaubt.[11] Ein anderer Teil hinwiederum gehört seiner Natur gemäß an eine spätere Stelle und wird unter den Titeln Erfahrung, Perspektive zu behandeln sein.[12] So bleibt für hier, nach den mutmaßlichen Grundtypen geordnet, nur folgendes anzuführen.

a) Die Oppelsche Streckentäuschung[13]: Eine leere Punktdistanz scheint kleiner als eine durch gleichweit voneinander abstehende Punkte begrenzte ausgezogene Strecke (Fig. 20). Damit ist offenbar verwandt: Von den beiden gleichen Hälften einer Geraden erscheint die eingeteilte im Vergleich zur uneingeteilten länger (Fig. 21). Ferner: Das durch ein-

Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 22.

gezeichnete parallele Gerade eingeteilte Quadrat erscheint in der Richtung senkrecht zu den Parallelen zu lang (Fig. 22). Wird einem Kreise ein zweiter kleinerer

konzentrisch eingeschrieben, so scheint er etwas kleiner als ein gleichgroßer einfacher Kreis, während sich der kleine eingeschriebene Kreis etwas größer ausnimmt als ein gleichgroßer isolierter (Fig. 23).

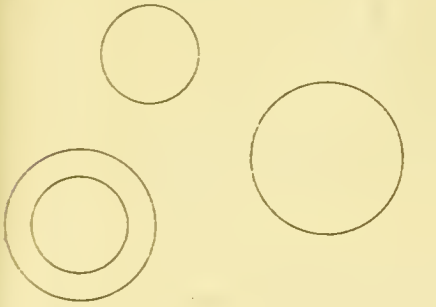

Fig. 23.

Fig. 24.

b) Die Müller-Lyersche Täuschung[14] Fig. 24). Die beiden durch den Scheitel des mittleren Winkels voneinander abgegrenzten Abschnitte der Horizontalen sind objektiv gleich, der Abschnitt mit den zugekehrten Winkeln erscheint aber deutlich kürzer als der andere. Auch von diesem Typus ließen sich mannigfache Modifikationen, allerdings von geringerem selbständigem Interesse, vorlegen.

c) Die Zöllnersche Täuschung[15] (Fig. 25). Die langen Geraden sind objektiv parallel, erscheinen jedoch infolge der Anwesenheit der Transversalen konvergent und zwar in der Richtung, nach welcher die Transversalen diverieren. Dieses ungemein populäre Muster ist in überaus zahlreichen Varianten wieder zu erkennen. Vor allem gehören hierher das Heringsche Muster, in welchem die parallelen Horizontalen gebraucht erscheinen (Fig. 26). Dann das

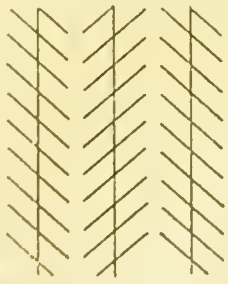

Fig. 25.

Muster Fig. 27, dadurch nicht uninteressant, daß die alte Formel von der „Überschätzung spitzer und Unterschätzung stumpfer Winkel“ von ihm her datiert; die Gerade ab erscheint in c nach oben geknickt (in einem sehr stumpfen, nach unten geöffneten Winkel).[16] Ganz nahe

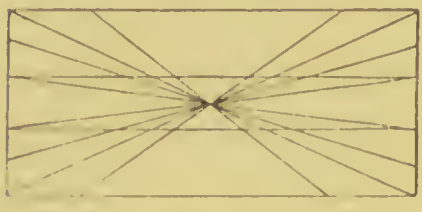

Fig. 27.

Fig. 26.

verwandt damit ist auch die sogenannte Poggendorffsche Täuschung (Fig. 28), in welcher die beiden Abschnitte der Transversalen nicht, wie es tatsächlich der Fall ist, in einer Geraden zu liegen, sondern um ein Geringes parallel gegeneinander verschoben erscheinen; dann Fig. 29, wo die Kreislinie scheinbare Abplattungen an den Quadratecken und jede Quadratseite eine leichte Konvexität gegen innen

Fig. 28.

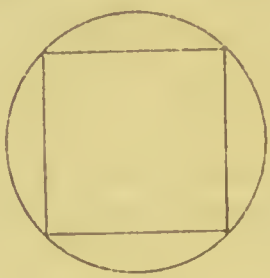

Fig. 29.

zeigt; und schließlich wohl auch Fig. 30, in welcher man sich von der tatsächlichen Gleichheit der beiden Kreissegmente geradezu erst durch ausdrückliches Messen überzeugen muß.

d) Die beiden Kreisbögen in Fig. 31 gehören dem gleichen Kreise an und ihre zugehörigen Zentren

fallen zusammen. Der kleine Bogen scheint jedoch bisweilen etwas gegen die Öffnung des großen hin verschoben. Das Muster weist keinen unmittelbar auffallenden Zusammenhang mit irgendeinem der andern auf.

Fig. 30.

Fig. 31.

e) Auch was die Figg. 32 und 33 zeigen, mag als Sache für sich zu nehmen sein. Der Zwischenraum zwischen den schmalen Rechtecken (Fig. 32) scheint größer als der zwischen den breiten Quadraten; ein und derselbe Kreis erscheint von kleineren umgeben größer als von größeren. Es kann vielleicht sogar sein, daß dieser Fall von Rechts wegen im gegenwärtigen Kapitel gar nicht figurieren dürfte. Wir haben ihm gegenüber noch kein gesichertes Verständnis finden können.

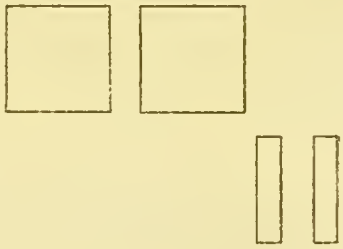

Fig. 32.

Über die Erklärung oder Theorie der vorgelegten geometrisch-optischen Täuschungen besteht in der heutigen Psychologie noch lange keine Einstimmigkeit; ja man kann sagen, kein anderes Tatsachengebiet hat schon von Anfang an so zahlreiche und

so vielfältig verschiedene Auffassungen erfahren wie dieses, und auch heute noch weist die Psychologie an dieser Stelle eine Vielgestaltigkeit der Meinungen auf, die nicht etwa nur die zahlreichen Gegensätze der prinzipiellen Grundauffassungen des psychischen Geschehens widerspiegelt, sondern mehr noch überhaupt an den Folgen des wohlbegreiflichen Interesses und der Phantasie von zwei bis drei Psychologengenerationen zu tragen hat. Es würde uns hier viel zu

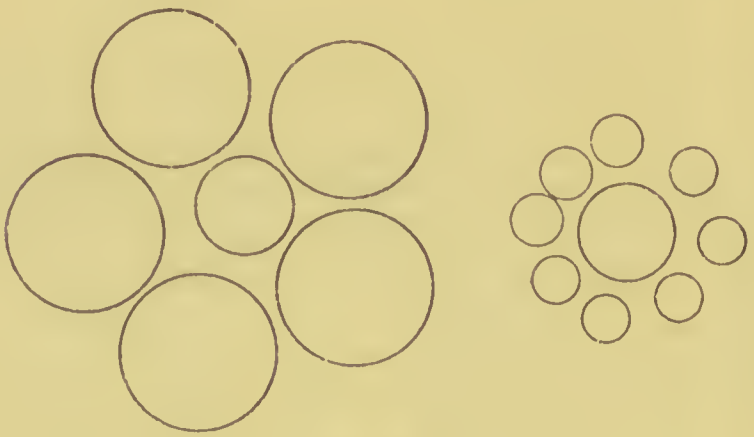

Fig. 33.

lange aufhalten, wenn wir von dieser Vielgestaltigkeit ein Bild zu geben und alle Meinungen, die sie enthält, kritisch zu sichten unternähmen.[17] Wir müssen uns vielmehr darauf beschränken, das vorzulegen, was wir, ohne geradezu allem übrigen nur historisches Interesse mehr zuerkennen zu wollen, für endgültig gesichert halten; und nur zur besseren Charakteristik soll außerdem der Faden, an dem es sich allmählich entwickelt hat, herausgelöst und aufgezeichnet werden.

Geradeso wie in den Erklärungsversuchen der auffallenden Tatsachen des Licht- und Farbenkontrastes hat sich auch den geometrisch-optischen Täuschungen

gegenüber, wenn auch infolge der größeren Kompliziertheit der Phänomene im Anfang vielleicht weniger scharf und ausschließlich, der Gegensatz von „psychologischer" und „physiologischer" Erklärung, von „Urteils-" und „Empfindungshypothese" eingefunden. So wenig sicher im allgemeinen Begriff und Wesen des Urteilstatbestandes erkannt war, so mannigfaltig sonst die Meinungen und Konstruktionen gegeneinander standen, so ausgemacht erschien es der großen Mehrzahl der Forscher, daß die eigentliche Schuld an diesen Täuschungen nur am Urteil und seinen Mängeln liege; Empfindung, Wahrnehmungsvorstellung leisteten das Ihrige ganz korrekt, sie wären also dem objektiven Tatbestand vollkommen adäquat, und nur das Urteil werde durch allerlei im Einzelnen meist näher ausgedachte Umstände irregeleitet. Nur eine ganz kleine Minderzahl stand auf der Gegenseite, freilich, bei der psychologischen Einfachheit ihrer Auffassung kaum anders möglich, nicht wie die andern noch in so und so viele Untergegensätze gespalten: Schon die Empfindung der einzelnen Ortsbestimmungen weiche in den vorgelegten Fällen gesetzmäßig von der Norm ab.

Die Entscheidung zwischen den beiden Gegensätzen, die freilich lange schwankte, schien sich dann gleichwohl endlich, ganz analog, wie sie durch Hering für den Licht- und Farbenkontrast gewonnen worden ist, zugunsten der Empfindungshypothese zu ergeben. Wenigstens entzogen Experiment sowohl wie Analyse zum mindesten der Urteilshypothese den festen Boden[18], und dieses negative Ergebnis mußte doch wohl der gegensätzlichen Auffassung zugute kommen. Aber es blieb noch nicht dabei. Die Sache ist eben komplizierter als der Fall des Licht- und Farbenkontrastes, und immer wieder drängten sich Beob-

achtungen auf, die doch nicht recht zu der Konstanz der wirklichen Empfindungsanomalie zu passen schienen. Besonders galt dies von mancherlei Veränderungen, die unter Umständen an dem Aussehen der Bestandstücke mancher Formen deutlich zutage traten, und die ganz offenkundig mit der jeweiligen „Aufmerksamkeitsrichtung", der Art, wie die Gesamtheit der Bestandstücke jeweils zur Auffassung gelangte, zusammenhingen. In Fig. 34 z. B. kann man leicht zwischen zwei verschiedenen Auffassungsweisen

Fig. 34.

Fig. 35.

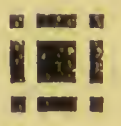

Fig. 36.

wechseln. Einmal ordnen sich die schwarzen Punkte so, daß sie in vier gleichgroßen Quadraten stehen, die durch ein weißes Kreuz (wie Fig. 35) getrennt erscheinen; ein ander Mal ergeben sie zwei Quadrate, von denen das eine, kleinere, innen im zweiten, größeren, liegt, und die durch vier kreuzweise angeordnete weiße Streifen (nach Art von Fig. 36) auseinandergehalten werden. Es ist nun ziemlich deutlich, daß, je nachdem einmal die eine oder die andere Auffassungsweise zur Geltung kommt, bald die zwei mittleren, bald die vier seitlichen weißen Streifen heller und breiter aussehen. Oder ein anderes Beispiel. In Fig. 37 „schließen sich auffallend leicht je zwei Linien zu einer Gruppe zusammen und zwar so, daß jede weiße Fläche, welche zwischen den beiden Linien einer Gruppe liegt, mit diesen Linien ein einheitliches Ganzes bildet und im Bewußtsein hervortritt, während die weißen Flächen zwischen den Gruppen zurücktreten und ganz andersartig

erscheinen. Man hat den Eindruck, als ob man etwa einen Lattenzaun sähe."[19] Dies alles schien zu der Empfindungshypothese nicht zu passen, und tatsächlich hat man von hier aus wiederum gegen die Depossedierung der Urteilshypothese Front gemacht.[20] Es ist dabei, geradeso wie vorher von der Gegenseite, ganz einfach übersehen worden, daß Urteil und Empfindung in diesen Dingen eine vollständige Disjunktion nicht abgeben, und daß, wenn eines von beiden abzulehnen ist, deshalb noch nicht das andere gelten muß. Besonders aber hätten Erfahrungen wie die, die eben an Beispielen zur Anschauung gelangten, unmittelbar dem rechten Wege zuführen können. Wir haben gesehen, was dieses „Auffassen", „Zusammenfassen", die „Aufmerksamkeitsrichtung" und die vielberufene „Auffassungsweise" hier einzig und allein bedeuten können: Nicht Urteil, nicht Empfindung, nichts anderes vielmehr als unsere Vorstellungsproduktion, die Produktion der Gestaltvorstellung. Bringt man dies in Anschlag, so sagen die angeführten Beispiele und alle analogen Tatsachen deutlich, daß der Produktionsprozeß auf die produzierenden Vorstellungen unter Umständen in gewissem geringen Grade verändernd einzuwirken vermag, oder vorsichtiger ausgedrückt, daß die produzierenden Vorstellungen (bzw. deren Gegenstände) je nach dem Ablauf des Produktionsvorganges in der produzierten komplexen Vorstellung (im Komplex) um ein geringes verändert enthalten sein können.

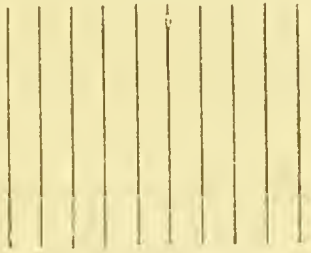

Fig. 37.

Von hier aus wäre es nur mehr ein Schritt ge-

wesen, die geometrisch-optischen Täuschungen als im Produktionsvorgange wurzelnd, als Nebenwirkungen des Produktionsprozesses zu erkennen. Der Schritt ist von daher nicht gemacht worden; dagegen hat sich die angedeutete Erkenntnis von einer anderen Seite her angebahnt.

Untersuchungen „über den Einfluß der Farbe auf die Größe der Zöllnerschen Täuschung“[21] haben nämlich die merkwürdige Tatsache sichergestellt, daß die Scheinablenkung der Hauptlinien in ganz gesetzmäßiger Weise von den Farben- und Helligkeitsverhältnissen der Figur abhängig ist. Des näheren hat sich dabei in der Hauptsache ergeben, daß die Scheinablenkung

1. bei Figuren, in denen Hauptlinien und Transversalen gleiche Farbe und gleiche Helligkeit haben, parallel mit abnehmender Helligkeitsverschiedenheit zwischen Grund und Figur gleichfalls abnimmt; dies jedoch nur bis zu einer gewissen, allerdings minimalen Helligkeitsverschiedenheit, von welcher an bei weiterer Herabsetzung die Ablenkung wieder zunimmt;
2. bei Figuren, in denen die Hauptlinien andere Farbe und Helligkeit haben als die Transversalen, um so größer ist, je größer die Helligkeitsverschiedenheit zwischen Transversalen und Grund und je kleiner die zwischen Hauptlinien und Grund ist; und daß
3. auch noch ein den einzelnen Farben als solchen eigentümlicher Einfluß auf die Täuschungsgröße zutage tritt, wenn sich die Werte der Helligkeitsverschiedenheiten verschieden gefärbter Figuren der Gleichheit nähern.[22]

Diese Ergebnisse hätten bei oberflächlicher Betrachtung allerdings wieder der Empfindungshypothese

Vorschub leisten können; denn Farbe und Helligkeit sind ja Sache der Empfindung, und es liegt nahe, zu vermuten, daß durch Änderungen im farben- und helligkeitsempfindenden Prozesse auch die damit unmittelbar verbundenen raumempfindenden Prozesse beeinflußt werden könnten. Aber bei näherem Eingehen auf diese Annahme empfiehlt sie sich immer weniger. Schon der Umstand, daß es Helligkeits- und Farbenverschiedenheiten sind, worauf es bei der Täuschung augenscheinlich ankommt, läßt sich mit ihr nicht leicht in Einklang bringen, zumal sich keineswegs alle gleich großen Verschiedenheiten auch gleich wirksam erwiesen. Ferner ergaben sich auch allerlei Variationen an den besprochenen Beobachtungen, die mit der Empfindungshypothese in keinen Zusammenhang zu bringen waren; z. B. daß die Täuschung um so kleiner wird, je kleiner das Beachtungsgebiet ist. Dagegen läßt sich dies alles trefflich schlichten, wenn man bedenkt, daß die Farben- und Helligkeitsverschiedenheiten für die Aufdringlichkeit der Punkte, Linien und damit auch der Gestalten maßgebend sind. Hebt sich eine Linie gut vom Grunde und von den sonstigen Linien der Zeichnung, in die sie hinein verwoben ist, ab, so wird sie leicht aus der Gesamtheit der dargebotenen Elemente herausanalysiert, für sich allein gesehen; Gleichheit der Helligkeit und Farbe benachbarter Linien, in unserem Falle der Hauptlinien und Transversalen, befördert unwillkürlich ihre Zusammenfassung zu einer Gestalt. Also steht — so muß man weiter denken — die Farben- und Helligkeitsverschiedenheit in funktionellem Verhältnis zur Auslösung des gestaltvorstellungsproduzierenden Prozesses, und wenn sie einen Einfluß auf die Größe der Täuschung erkennen lassen, so ist dies nur ein indirekter Einfluß, der direkt in dem Eintreten, dem

Ablauf oder Nichteintreten des Produktionsprozesses wurzelt.

Eine vorläufige Probe auf die Richtigkeit dieses Gedankenganges ließ sich in einem speziellen Falle auf streng experimentellem Weg gewinnen. Für die Weiß-Schwarz-Reihe ist es nämlich möglich, die Aufdringlichkeit der verschiedenen Grauabstufungen direkt numerisch zu bestimmen. Dabei ergab sich zwischen dem Grad der Aufdringlichkeit und der Täuschungsgröße eine konstante Beziehung.[23]

Der Gedanke war damit hinreichend gesichert, um als heuristisches Prinzip zu dienen. Als solches hat er sich ungemein bewährt und als Richtschnur für die experimentelle Untersuchung, besonders an der Müller-Lyerschen Figur, eine so außerordentliche Menge charakteristischer Beobachtungen zutage gefördert, daß er nunmehr als empirisch bewiesen gelten kann.

Von diesen Einzelbeobachtungen sind einige dadurch besonders interessant, daß sie gleichsam eine Differentialdiagnose zwischen durch den Empfindungsvorgang einer-, durch den Produktionsvorgang andrerseits hervorgerufenen Täuschungen, mit anderen Worten zwischen „sinnlich und außersinnlich bedingter Vorstellungsinadäquatheit“ ermöglichen. Sie seien hier in Kürze mitgeteilt.[24]

Für die außersinnlich bedingte, also durch den Produktionsvorgang hervorgerufene Vorstellungsinadäquatheit ist vor allem charakteristisch, daß sie durch den Reiz nicht eindeutig bestimmt ist. Ihre Richtung und Größe ist innerhalb gewisser Grenzen vom objektiven Reiz unabhängig. So kann z. B. in einem Reizkomplex nach Fig. 38 die horizontale Gerade bald inadäquat verkürzt, bald adäquat, bald inadäquat verlängert erscheinen. Die Ursache dieser Unbestimmt-

heit liegt in der Gestaltmehrdeutigkeit des Reizkomplexes. Er kann als Müller-Lyersche Figur mit einwärts gekehrten Schenkeln gesehen werden, er kann aber auch als eine von zwei parallelen Senkrechten gekreuzte Horizontale erscheinen, und schließlich kann jede Einbeziehung der vier Punkte in eine Gestalt unterbleiben und die Horizontale für sich genommen werden. Das sind drei verschiedene Gestalten, die in dem gleichen Reizkomplex liegen; die gleichen Empfindungen werden in verschiedene Produktionsvorgänge hineingezogen und das Ergebnis sind verschiedene Gestaltsvorstellungen. Je nach dem Produktionsvorgang ist aber auch die resultierende Inadäquatheit der Horizontalen eine andere: einmal Verkürzung, im ersten Falle; ein ander Mal Verlängerung, im zweiten Falle; ein ander Mal relative Adäquatheit, im dritten Falle. — Sinnlich bedingte Inadäquatheit dagegen, die wahre „Empfindungstäuschung" hat keine Spur von solcher subjektiven, willkürlichen Modifizierbarkeit; sie ist lediglich von den Reizverhältnissen abhängig und nur mit diesen variabel. Man denke etwa an die Licht- und Farbeninduktion.

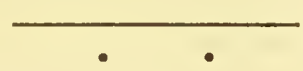

Fig. 38.

Ein zweites Merkmal der Produktionsinadäquatheit ist es, daß sie sich ihrer Größe nach als variabel, und zwar gleichsam als übbar darstellt. Man kann es dahin bringen, daß die scheinbare Verkürzung der Hauptlinie in der Müller-Lyerschen Figur mit einwärts gekehrten Schenkeln ein Maximum erreicht, zugleich aber auch, je nach willkürlich eingestellter Produktionsweise, ein Minimum. Je besser es nämlich dem Subjekt gelingt, die Gestalt als einheitliches Ganzes zu erfassen, um so stärker fällt die scheinbare Verkürzung aus; je besser es ihm andererseits

gelingt, die Hauptlinie für sich allein zu nehmen und das Zustandekommen der Gesamtgestaltvorstellung zu unterdrücken, um so geringer wird die Täuschung. Dieses verschiedene subjektive Verhalten aber, dieses Beherrschen der Produktionsprozesse ist in hohem Grade übbar und somit ist auch indirekt das Eintretenlassen der Täuschung und ihres Gegenteiles der Übung zugänglich. — Gleichfalls wieder durchaus entgegengesetzt verhält sich die Sache bei den sinnlich bedingten Inadäquatheiten: Beim simultanen oder sukzessiven Farbenkontrast gibt es keinerlei Übungswirkung.

Ein weiteres Merkmal liegt darin, daß die Inadäquatheitswirkungen der Gestaltvorstellungsproduktion ihrer Natur nach nicht an ein bestimmtes Sinnesorgan und seine Empfindungen gebunden sind, sondern, sofern nur die Empfindungen verschiedener Sinnesgebiete zu analogen Gestaltvorstellungen zusammentreten können, kommt es an diesen auch zu analogen Inadäquatheiten. Ist z. B. bei einer Raumstrecke die Begrenzung auffälliger als das Begrenzte, wie es in . . gegenüber — der Fall ist, so bildet sich eben unwillkürlich nur die Produktionsvorstellung des Begrenzungskomplexes und die Distanz erscheint subjektiv verkürzt. Ganz Gleiches ist nun aber auch an Zeitdistanzen zu beobachten. Werden drei aufeinanderfolgende punktuelle Geräusche so erfaßt, daß die ersten zwei zusammengenommen zu einem Komplex vereinigt werden, während der dritte isoliert bleibt, sich gleichsam wie ein Punkt nach einer Strecke ausnimmt, so wird wiederum die zweite Distanz gegenüber der ersten unterschätzt. — Die Inadäquatheiten der Empfindung sind an das bestimmte jeweilige Sinnesorgan gebunden; es gibt keine Übertragung der Farbeninduktion auf irgendein anderes Sinnesgebiet.

Schließlich sei noch erwähnt, daß es die Produktionsinadäquatheit im wesentlichen nicht aufhebt, wenn sich die produzierte Gestaltvorstellung teilweise nicht aus durch die Empfindung, sondern nur durch (natürlich möglichst anschauliche) Phantasievorstellung dargebotenen Bestandstücken zusammensetzen kann. Will man eine Strecke einer zweiten gleich machen und phantasiert man zur zweiten recht lebhaft Winkel mit einwärts gewendeten Schenkeln hinzu, so daß sie zu einer Müller-Lyerschen Figur vervollständigt wird, so fällt die erste Strecke ebenso regelmäßig und unfehlbar zu klein aus, wie wenn wirklich eine Müller-Lyersche Figur aufgezeichnet vorläge. — Sinnlich bedingte Inadäquatheit dagegen ist durch Phantasietätigkeit, wenn überhaupt, so nur in kaum nachweisbarem Grade zu beeinflussen. —

Nach alledem — es konnte übrigens ohnedies nur ein beiläufiger Auszug aus dem umfangreichen Tatsachen- und Beweismaterial geboten werden — sehen wir uns gezwungen, die geometrisch-optischen Täuschungen, wenigstens soweit es sich um die ersten drei der von uns angeführten Typen handelt, als Nebenwirkungen des Prozesses der Gestaltvorstellungsproduktion zu nehmen. Die Auffassung ist neu und, für sich allein hingestellt, im ersten Augenblick befremdlich. Bei näherem Zusehen aber erweist sie sich als schöne Analogie zu Theorien, die uns auf anderen Gebieten, zumal dem der Sinnesfunktionen, schon recht geläufig sind, und so wird sie geradezu plausibel. Vom Wesen des simultanen Licht- und Helligkeitskontrastes gewinnen wir die anschaulichste Einsicht, wenn wir ihn auf gegenseitige Beeinflussung der in benachbarten Sinneselementen ablaufenden Empfindungsprozesse zurückführen. Ein solches gegenseitiges Sichbeeinflussen nur eben höherer psy-

chischer, physiologisch ausgedrückt in höheren Zentren sich abspielender Prozesse muß es auch sein, dem die zu einer Gestaltvorstellung zusammentretenden Bestandstückvorstellungen unterliegen. Daß solche gegenseitige Beeinflussung gerade in diesem Fall zustande kommt, das wird begreiflich, wenn man bedenkt, daß der Produktionsprozeß auf einer innigen Verbindung, einem innigen, realen Zusammenschluß der den Bestandstückvorstellungen zugehörigen Prozesse beruht, oder darin zum mindesten seine Voraussetzung hat. Wir können sagen:

„Inhalte, die zueinander in Realrelation stehen, und daher eine Realkomplexion bilden, beeinflussen einander im Sinne der eigenen Beschaffenheit. Das Erfassen von Gestalten vermag deswegen in so hohem Grade die berührte Beeinflussung zu begünstigen, weil es das Eingehen der (Bestandstück-)Inhalte in eine Realrelation zur notwendigen Voraussetzung hat."

Eine prinzipielle, wenn auch vielleicht nicht unumgängliche Schwierigkeit wäre in dieser Auffassung nun nur mehr dann gelegen, wenn sie so verstanden werden sollte, daß die Bestandstückvorstellungen an sich auch in und nach dem Produktionsprozesse ganz unverändert bleiben und nur die Gestaltvorstellung so ausfällt, wie wenn jene etwas verändert wären. Doch sind wir ja auf diese Komplikation nicht angewiesen. Es hindert nichts, die Sache so zu nehmen, daß die Bestandstückvorstellungen tatsächlich selbst schon durch den Produktionsprozeß um einiges von der Beschaffenheit abgedrängt werden, die sie der ungestörten Wirkung des Reizvorganges allein zufolge haben müßten. —

Die vorgetragene Theorie ist gegenwärtig noch nicht imstande, die vorgelegten Täuschungstatbestände bis ins einzelne, etwa gar schon numerisch, zu er-

klären, und es mag sein, daß sich ihr einiges davon überhaupt nicht unterordnet. So wollen wir es durchaus nicht verreden, daß aus der großen Zahl der übrigen Theorien, mit denen sie sich noch in Konkurrenz befindet und die hier vorzuführen gerade ihre große Menge hindert, die eine und die andere stellenweise wertvolle Aushilfe zu leisten bestimmt ist. Darauf aber haben wir ein gutes Zutrauen, daß der weite Einblick, den uns die Produktionshypothese in das Getriebe des intellektuellen Lebens überhaupt gewährt, sich in den Rätseln des besprochenen Gebietes jederzeit als Hauptschlüssel bewähren wird.

3. Wenn wir nun daran gehen, auch der Wahrnehmung räumlicher Bewegungen eine kurze Betrachtung zu widmen, so bedarf es wohl nicht erst eines Beweises dafür, daß es sich da nicht um jene Art der Bewegungswahrnehmung handeln kann, der diese Bezeichnung nur in uneigentlichem Sinne zukommt, da sie strenge genommen gar kein Wahrnehmen, auch nicht nach der weitesten Bedeutung dieses Wortes ist, sondern ein Erkennen stattgehabter objektiver Bewegung auf Grund des Vergleichens der verschiedenen, dem Gegenstande zu verschiedenen Zeiten zukommenden Ortsbestimmungen. Wir erkennen so die Bewegung des Stundenzeigers der Uhr, aber wir „sehen" sie nicht. Die intellektuellen Prozesse, die daran beteiligt sind, fordern wohl auch das Interesse nicht nur der Raumpsychologie, sondern mehr noch vielleicht der Psychologie überhaupt heraus, aber sie haben mit der Psychologie der Raumwahrnehmung nichts, oder höchstens nur insofern zu tun, als sich ein kontinuierlicher Übergang — nicht etwa zwischen ihnen und der eigentlichen Raumwahrnehmung, sondern nur zwischen den Bedin-

gungen des Zustandekommens der einen und denen der andern Art erstreckt. Hier handelt es sich nur um jene Art der Bewegungswahrnehmung, in der die Bewegung unmittelbar als solche erfaßt wird, und die sich daher auch als „Anschauung" der Bewegung bezeichnen ließe.

Diese „Anschauung" der Bewegung zeichnet sich vor jenem bloß unanschaulichen Erkennen der Bewegung dadurch aus, daß sie neben den Inhalten der einzelnen Ortsbestimmungen und Zeiten noch einen weiteren eigenen anschaulichen Inhalt bringt, nämlich eben den Inhalt der Bewegung. Es ist dies ein neues, eigentümliches Stück Vorstellung, das zu definieren geradeso unmöglich, aber auch überflüssig ist, wie dies jedem letzten psychischen Datum gegenüber gilt, das aber dem bloß indirekten Erfassen der Bewegung gewiß abgeht. Es steckt also eine gewisse Wahrheit darin, wenn, wie z. B. von Exner[25], ebenso auch von Hering[26], die Ansicht vertreten wird, man habe es in der direkten, anschaulichen Bewegungswahrnehmung mit einer neuen, eigenen Art von Empfindung zu tun. Um einen neuen, eigenen Inhalt, wie er sonst im allgemeinen eben durch Empfindung vermittelt wird, handelt es sich hier tatsächlich — nur daß er im vorliegenden Falle gerade nicht der Empfindung, sondern einer andern Quelle ursprünglicher Inhalte entstammt, nämlich der Vorstellungsproduktion.

Alles, was wir an Beweisen für den Ursprung der Vorstellung der räumlichen Gestalt aus der Vorstellungsproduktion anzuführen hatten, wäre hier auf die anschauliche Vorstellung der räumlichen Bewegung wieder anzuwenden. Im wesentlichen ist es genau der gleiche Fall, der hier und dort zur Geltung kommt, nur daß er hier zu einer zeitlich aus-

gedehnten, dort zu zeitlich irrelevanten (in jedem Augenblick ihres Gegebenseins in sich vollendeten, vollständigen) Gestalten führt. Die anschauliche Bewegungsvorstellung rückt dadurch in nächste Nachbarschaft zur anschaulichen Vorstellung der Melodie, zu jeder anschaulichen Veränderungsvorstellung, wie etwa zu der Vorstellung eines allmählich anschwellenden Tones, oder des allmählichen Überganges von rot durch grau zu grün. Wir können es uns ersparen, den ausdrücklichen Nachweis des Produktionscharakters der anschaulichen Bewegungsvorstellung herzusetzen; die Analogie zur räumlichen Gestalt und zur Melodie ist durchsichtig genug.[27] —

Wie bei jeder Vorstellung eines Komplexes, speziell auch jeder Gestaltvorstellung, werden wir nun auch hier erwarten müssen, daß die Gesetzmäßigkeiten ihres Auftretens und ihrer Beschaffenheit nicht nur vom produzierten Inhalt als solchem abhängen, sondern besonders auch schon von den produzierenden Vorstellungen selbst, im vorliegenden Falle also von den zur Bewegungsvorstellung zusammentretenden einzelnen Ortsempfindungen. Ja, es gilt dies in so hohem Maße, daß es sich durchaus begreift, wenn die spezielle Untersuchung der Bedingungen des Wahrnehmens von Bewegungen bisher vielfach das Vorhandensein des produzierten Inhaltes kurzweg übersehen und das einzig Maßgebende in den produzierenden Inhalten suchen zu müssen geglaubt hat.

Gleichwohl ist ein gerade die produzierenden Inhalte betreffendes Moment, und zwar vielleicht geradezu das wichtigste, bis jetzt noch wenig oder gar nicht beachtet worden. Es ist dies ein Gesichtspunkt, der wahrscheinlich berufen ist, die ersten Schritte theoretischen Verständnisses in der vorläufig noch ziemlich ungeordneten Menge zusammen-

hangloser Einzeltatsachen, wie sie von der Spezialuntersuchung registriert worden sind, anzubahnen.

Es handelt sich um die zur komplexen Bewegungsvorstellung zusammentretenden Einzelortsempfindungen. Von diesen Empfindungen wissen wir, daß sie durch zweierlei Faktoren bestimmt sind, von zweierlei Faktoren abhängen, dem sogenannten s-Faktor und dem b-Faktor. Es liegt nun nahe, zu versuchen, ob sich nicht einiges Verständnis für die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen in der Bewegungswahrnehmung gewinnen läßt, wenn man in Anschlag bringt, daß es immerhin möglich ist, daß die Bewegungswahrnehmung verschiedenen Verlauf nimmt und zu verschiedenem Ergebnis führt, je nachdem die Verschiedenheiten, die zwischen den produzierenden Ortsempfindungen vorliegen müssen, wenn es überhaupt zu einer Bewegungswahrnehmung soll kommen können, mehr in Verschiedenheiten des s-Faktors oder in solchen des b-Faktors begründet sind. Und wenn es auch vorläufig noch nicht möglich ist, die experimentell gefundenen Tatsachen bis ins einzelne nach diesem Gesichtspunkte zu verfolgen — vielleicht zum Teil gerade deshalb, weil sie im wesentlichen, ohne daß dieses Gesichtspunktes gedacht worden wäre, aufgesucht worden sind — so scheint ihm doch auch jetzt schon wenigstens im allgemeinen eine gewisse Geltung zugesprochen werden zu dürfen.

Am deutlichsten erhellt dies aus einer Erfahrung, die geradezu als auf die Sonderung des Einflusses des s- und des b-Faktors auf die Bewegungsvorstellung eingerichtet angesehen werden könnte, und in welcher die Verschiedenheit dieses Einflusses im Prinzip rein zutage tritt. Faßt man eine und dieselbe Bewegung einmal mit fixiertem Blick auf, ein anderes Mal, indem man dem sich bewegenden Objekte mit dem

Blicke folgt, so erscheint die Geschwindigkeit der Bewegung im zweiten Falle sehr merklich, bis auf die Hälfte, herabgesetzt im Vergleich zum ersten Falle.[2s] Eine und dieselbe objektive Bewegung ergibt Wahrnehmungsvorstellungen von Bewegungen von sehr verschiedener Geschwindigkeit. Im einen (ersten) Falle ist es aber hauptsächlich der s-Faktor, der an den produzierenden Empfindungen variiert, im andern (zweiten) der b-Faktor; und wenn wir auch wissen, daß sich die Variationen der beiden Faktoren einem und demselben wirklichen Orte gegenüber jederzeit zur gleichen Ortsempfindung ergänzen, so ist es von der in Rede stehenden Erfahrung doch ausgemacht, daß sie auf irgendeiner Verschiedenheit des Einflusses, den die beiden Faktoren auf den Ablauf und das Ergebnis des Produktionsprozesses ausüben, beruht. Es wäre Sache näherer Untersuchung, ob und inwieweit man diese Fälle als Vorstellungsinadäquatheit, speziell als aus anomaler Produktion hervorgehende Inadäquatheit anzusprechen hat.

Mit der angeführten Tatsache steht wahrscheinlich in nächstem inneren Zusammenhange ein Teil der Erfahrungen, die man auf der Suche nach der unteren Grenze der Geschwindigkeit wahrnehmbarer Bewegungen gemacht und immer wieder bestätigt gefunden hat. Im einzelnen lassen diese Untersuchungen an Übereinstimmung ihrer Messungsergebnisse freilich noch viel zu wünschen übrig; aber es mag dies zum Teil wenigstens nicht in der Sache selbst, sondern in der Verschiedenheit und Unvergleichbarkeit der Bedingungen, unter denen sie angestellt worden sind, begründet sein, wie denn überhaupt das Stadium der Planlosigkeit dabei noch nicht sehr überwunden ist. Eine Gesetzmäßigkeit aber tritt dabei jedesmal zutage: Bewegungen sind viel schwerer und

unsicherer wahrzunehmen, wenn das Gesichtsfeld außer dem beweglichen Objekte der Beobachtung keine anderen Gegenstände enthält, am besten völlig verdunkelt ist, als wenn es in dessen Nachbarschaft die Gegenstände der gewöhnlichen Umgebung sehen läßt. Dies geht so weit, daß sogar die Meinung vertreten worden ist, an einem einzelnen Objekte im übrigens verdunkelten Gesichtsfelde wäre zwischen Ruhe und Bewegung überhaupt nicht zu unterscheiden.[29] Richtiger ist, daß unter diesen Bedingungen mindestens viermal größere Exkursion als sonst die untere Grenze bezeichnet, an der die Bewegung mit Sicherheit erkennbar wird. Die absoluten Zahlen haben vorläufig noch zu geringes Interesse, da sie in hohem Maße nicht nur von der Exkursion der Bewegung, sondern auch von deren Geschwindigkeit, von der Größe, Gestalt und Helligkeit des Objektes und seinem Kontrast gegen den Hintergrund, von Kontinuität und Periodizität der Bewegung u. a., überdies noch von allerlei subjektiven Momenten abhängig sind und eine systematische Berücksichtigung all dieser Einflüsse noch nicht Platz gegriffen hat.[30]

Von großem Interesse ist auch folgende Beobachtung, die sich gelegentlich der Untersuchung des indirekten Sehens ergeben hat. In ihrer eigentümlichen Paradoxie dürfte sie für die Psychologie der Aufmerksamkeit und der Produktion lehrreich werden können. Daß zunächst die kleinste eben noch wahrnehmbare Winkelgeschwindigkeit mit dem Abstand des Netzhautbildchens von der Netzhautgrube wächst, entspricht noch durchaus den vorgängigen Erwartungen.[31] Zu denken gibt es bereits, wenn man findet, daß diese Abnahme der Bewegungsempfindlichkeit, genauer die Abnahme der Sehschärfe für Bewegungen merklich rascher erfolgt als die der Zahl der Zapfen

in der Netzhaut.[32] Wenn wirklich die Zapfenzahl in proportionalem Verhältnis zur Sehschärfe steht, so geht daraus hervor, daß das Wahrnehmen einer Bewegung nicht etwa nur vom Erkennen der Verschiedenheit der sukzessiven Ortsbestimmungen, sondern auch noch von anderen Faktoren abhängig ist; und zwar bedarf es, um die Wahrnehmung einer Bewegung an einer bestimmten Netzhautstelle, an der eine gleich große Ortsverschiedenheit ohne weiteres erkennbar ist, zu ermöglichen, offenbar noch besonders begünstigender Bedingungen. Vollends damit unvereinbar erscheint die bekannte Exnersche Beobachtung[33], daß wiederum an der Netzhautperipherie die Wahrnehmung kleinster Bewegungen der Sehschärfe überlegen ist, also Bewegungen noch wahrgenommen werden, deren Anfangs- und Endpunkt in der Ruhe nicht mehr voneinander unterschieden werden können. Das gleiche Verhalten ist nun aber neuerdings auch für das Netzhautzentrum ermittelt worden.[34] Wir können aus alledem vorläufig nur entnehmen, daß die Tatsachen — die Richtigkeit der vorgelegten Angaben vorausgesetzt — wesentlich komplizierter sind, als daß man ihnen mit den landläufigen primitiven Mitteln theoretisch gerecht werden könnte. Das wohl etwas zu radikale Postulat eigener, vom übrigen Ortssinn unabhängiger Bewegungs„empfindungen" reicht dazu ebensowenig aus wie andererseits der übrigens allerdings zutreffende Hinweis auf die höhere Auffälligkeit der Bewegung gegenüber der Ruhe.[35]

Eine weitere Erscheinung, die sich bei den in Rede stehenden Untersuchungen störend einmengt, sind die sogenannten autokinetischen Bewegungen. Fixiert man im sonst undifferenzierten Raume einen objektiv ruhenden Punkt, so stellt sich nach kurzer Zeit der Fixation sehr oft der subjektive Schein einer

langsamen Bewegung des Punktes ein. Bei der Suche nach der untersten Grenze der wahrnehmbaren Bewegung weiß man daher bisweilen nicht, ob man es in einem bestimmten Falle noch mit der Wahrnehmung einer objektiven Bewegung oder nur mit der subjektiven Erscheinung einer Autokinese zu tun hat. Zur Erklärung solcher Täuschungen läßt sich derzeit Gesichertes gleichfalls nicht beibringen. Auf die verschiedenen Hypothesen einzugehen, würde zu weit führen.[36]

Zu den verschiedenen Beobachtungen, die dazu verleiten, die Bewegungswahrnehmung als direkte Empfindung eigener Art aufzufassen und zu behandeln, gehören auch die sogenannten Bewegungsnachbilder. Geradeso, wie nach der Einwirkung eines Lichtreizes auf das Auge je nach Umständen ein positives oder ein negatives Nachbild des Lichteindruckes zurückbleibt, ebenso hat die längere Einwirkung gleichmäßigen „Bewegungsreizes" auf das Auge die Folge, daß es ruhende Gegenstände hierauf in leichter je nach Umständen gleich-[37], meist jedoch entgegengesetztgerichteter Bewegung sieht. Die Erscheinung hängt höchstwahrscheinlich mit dem Gesichtsdrehschwindel im wesentlichen zusammen. Aber wie für diesen ist es auch hier durchaus nicht ausgemacht, ob die herkömmliche (von Helmholtz herrührende) Erklärung genügt, derzufolge sich die durch die äußere Bewegung veranlaßten unwillkürlichen Augenbewegungen auch noch unbewußt und unwillkürlich fortsetzen, nachdem die Umgebung bereits zur Ruhe gekommen ist.[38] Vielleicht führt es auf eine gute Spur, wenn man die Möglichkeit einer Nachwirkung des Produktionsprozesses selber ins Auge faßt, die dann zu ihm in ähnlichem Verhältnis stehen müßte wie die Nachwirkung des Lichtempfindungsprozesses zu diesem.

Als eine Art von Simultankontrast des Produktionsprozesses der Bewegungsvorstellung ließe sich folgende von Helmholtz angegebene Beobachtung verstehen. Sie zeigt sich „am besten, wenn man eine gerade Linie *ab* (Fig. 39) zieht, und eine Spitze eines Zirkels so auf das Papier aufsetzt, daß die andere sich in dem Bogen *cde* hin- und herbewegen kann. Wenn man dann dieser beweglichen Spitze mit dem Auge folgt, so scheint die Linie *ab* sich abwärts zu bewegen, so lange man die Zirkelspitze von c nach

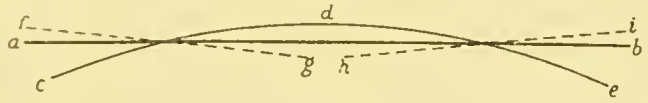

Fig. 39.

d gehen läßt, aufwärts, wenn sie von d nach e geht. Gleichzeitig erhält die ganze Linie *ab* scheinbar eine Richtung wie fg, so lange sich der Blick des Beobachters der Spitze folgend längs *cd* bewegt und eine Richtung, wie bei *hi*, wenn er sich zwischen *d* und *e* bewegt. Während man bei der Bewegung von *c* nach *e* durch den höchsten Teil des Bogens bei *d* hindurchgeht, verändert die Linie *ab* deutlich ihre Richtung.“[39] Die wenigen Andeutungen, die Helmholtz zur Erklärung beifügt, sind offenbar unzureichend. Dagegen ist die unverkennbare Verwandtschaft des Falles mit der Zöllnerschen Täuschung geeignet, die Vermutung, daß es sich auch hier um Eigentümlichkeiten des Produktionsmechanismus handelt, zu bestärken.

Läßt sich hier immerhin nur von Vermutung sprechen, so ist es bei den sogenannten stroboskopischen Erscheinungen ganz außer Zweifel, daß sie im wesentlichen als eine Angelegenheit des Produktionsprozesses aufzufassen sind. Es wird dem

Auge in entsprechend raschem Tempo eine Serie von Bildern geboten, die einzelne in gewissen nicht zu großen Zeitdistanzen aufeinanderfolgende Phasen eines Bewegungsvorganges zur Darstellung bringen. Das Ergebnis ist der unmittelbare, anschauliche Gesichtseindruck eben dieses Bewegungsvorganges. Alles Merkwürdige oder gar Wunderbare, was man seinerzeit in dieser Entdeckung Faradays, Plateaus, Stampfers und anderer sehen zu müssen glaubte und das ihr eine Popularität verschafft hat, wie sie nur wenige Tatsachen unseres Wissensgebietes erringen, schwindet und macht der Einsicht in durchaus Selbstverständliches Platz, wenn man bedenkt, daß die Produktion einer Gestaltvorstellung (und eine solche ist ja die Bewegungsvorstellung gleichfalls) keineswegs auf die produzierende Mitarbeit der Vorstellungen (Empfindungen) sämtlicher zur jeweiligen Gestalt oder Bewegung gehörigen Einzelortsbestimmungen angewiesen ist, sondern ganz ohne alle Störung auch zu Ende, und zwar zum gleichen Ende kommt, wenn deren eine große Anzahl fehlt. Die Vorstellung eines Kreuzes oder eines auf der Ecke stehenden Quadrates können wir ganz ohne Schwierigkeit auch bilden, wenn wir nur die vier Punkte ⁘ sehen, bzw. herausgehoben haben; wir brauchen dazu nicht die vollständige Angabe von + oder ◇. Freilich wird dabei, wie man an diesem Beispiel sieht, das sich bloß fragmentarisch Darbietende gestaltmehrdeutig. Die Vorstellungen einzelner Phasen eines Bewegungsvorganges genügen nun gleichfalls zur Produktion der anschaulichen Bewegungsvorstellung, auch wenn sie die Gesamtheit aller in ihm enthaltenen Bewegungsphasen nur sehr unvollständig wiedergeben. Die Vorstellung der Bewegung ist eben, das wolle man dabei wieder einmal bedenken, nichts weniger als die bloße Gesamtheit der Vor-

stellungen der einzelnen Bewegungsphasen. Es kommt, mit ihnen in durchaus eigentümlicher Weise verbunden, noch hinzu ein neues Vorstellungsmoment, das Resultat des Produktionsprozesses, und dieses kann mit einer geeigneten Auswahl aus den Vorstellungen der Einzelphasen ihr Auslangen finden. Ist es ja doch auch sicher, daß wir selbst bei den wirklichen, vor unseren Augen sich abspielenden Bewegungen der Gegenstände unserer Umgebung keineswegs alle die einzelnen aufeinanderfolgenden Phasen wirklich sehen, geschweige denn auffassen. Ein deutlicher Beweis dafür ist der, daß uns bekanntlich viele Phasen der uns geläufigsten Bewegungsvorgänge, z. B. der normalen Gehbewegungen des Menschen, des Pferdes, ganz fremdartig anmuten, wenn sie uns in Erzeugnissen der Momentphotographie vorkommen; das Naturgetreue erscheint als unnatürlich. Wir haben diese Phasen eben immer übersehen, sie sind vorübergegangen, ohne daß wir Zeit gehabt hätten, sie aufzufassen. Trotzdem stellt sich die Bewegungsvorstellung anstandslos ein, und wir verspüren keine Störung in der Kontinuität der vorgestellten Bewegung. Die Wahrnehmungsvorstellung einiger weniger charakteristischer Phasen genügt zur Produktion der Bewegungsvorstellung, und es liegt uns völlig ferne, die ausgefallenen Phasen etwa in der Phantasie zu ergänzen. Nicht anders geht es im wesentlichen auch bei den stroboskopischen Erscheinungen zu; nur daß vielleicht der Ausfall bisweilen einen größeren Ausschnitt der Phasenfolge betrifft; und unter günstigen Umständen sind wir auch imstande, das Fehlen dieser oder jener Phase, wenn wir die Aufmerksamkeit ausdrücklich darauf richten, zu erkennen. Es stimmt nun auch zu dieser Auffassung, daß, wie man sich durch geeignete Versuche überzeugen kann, dabei Ge-

stalt-, speziell Bewegungsmehrdeutigkeit, auftritt, und zwar natürlich in um so höherem Maße, je spärlicher die Phasenauswahl ist.

Bei der geringen Beachtung, die der Vorstellungsproduktion von seiten der Psychologie bisher zuteil geworden ist, kann es nicht wundernehmen, daß die eben skizzierte Auffassung der stroboskopischen Erscheinungen gegenwärtig als Novum auf den Plan tritt. Der Gegensatz, in den sie dabei zu den älteren Auffassungen gerät, ist indes kein absoluter. Sie bleiben als unterstützende Momente in Geltung und müssen dem Produktionsprinzip nur insoferne den Vorrang lassen, als dieses die hauptsächliche Grundlage ausmacht, auf der das Wesentliche der stroboskopischen Erscheinungen beruht.

Man ist nämlich gegenwärtig ziemlich allgemein daran gewöhnt, diese Tatsachengruppe mit der Nachdauer der Lichtempfindung in theoretischen Zusammenhang zu bringen und sich von daher ihre Erklärung zu holen. In Helmholtz' Physiologischer Optik findet sie sich unter diesem Titel abgehandelt und auch Wundt nimmt in seiner Behandlung der stroboskopischen Erscheinungen von da aus seinen Ausgangspunkt. Eine sehr eingehende Begründung hat Marbe dieser Auffassungsweise gewidmet[40] und sie seiner Theorie des Talbotschen Gesetzes angegliedert. Es ist nun gewiß schon apriori einzusehen und überdies auch experimentell erwiesen, daß die Nachdauer des Gesichtseindruckes bis zu gewissem Grade das Auftreten der stroboskopischen Erscheinung fördert; Momente, die der Plateau-Talbotschen Verschmelzung (Mischung) günstig sind, fördern bis zu gewissem Grade auch die Stroboskopie. Die Auffälligkeit des Phasenausfalles wird dadurch herabgesetzt. Andererseits aber liegt es schon in der Natur der Bewegungs-

vorstellung, daß damit allein der Endeffekt nicht zu erklären ist: selbst wenn die Nachbilder, was ja durchaus nicht der Fall ist, sämtliche ausfallende Phasen adäquat ersetzten — die Bewegungsvorstellung ist bekanntlich nicht bloß die Summe der Phasenvorstellungen; und was den Ersatz der Phasen durch die Nachbilder anlangt, so läßt sich an geeigneten Fällen experimentell nachweisen, daß er geradezu auch bis auf Null herabgehen kann, ohne daß der stroboskopische Effekt eine ausschlaggebende Einbuße erleidet. Es hat darum auch Marbe selbst schon erkannt, daß mit dem Hinweis auf die Nachdauer allein das Auslangen nicht zu finden ist. Die nötige Ergänzung seiner Theorie sieht er denn darin, daß der Ausfall der Bewegungsphasen infolge rein zentraler Ursachen unbemerkt bleiben soll. Etwas wesentliches wird man nach obigen Ausführungen darin kaum getroffen sehen. Dagegen macht er selbst auf eine Bemerkung in einer älteren Arbeit[41] aufmerksam, auf die auch er bedeutendes Gewicht legt, und die in der Tat an das Wesentliche rührt: „Je mehr Punkte man zu gleicher Zeit sieht, eine desto größere Wahl hat man, wie man die Punkte einander zuordnen will . . ." — also die Gestaltmehrdeutigkeit, von der oben die Rede war.

Auch noch von anderer Seite[42] ist die Unzulänglichkeit der Zurückführung der stroboskopischen Erscheinungen auf die Tatsachen des Plateau-Talbotschen Gesetzes erkannt und dafür nach einem Ersatz gesucht worden. Ob sich nun das, was als dieser Ersatz geboten worden ist, nämlich das „unmittelbare Erleben der Identität oder Einheit des Gegenstandes aufeinanderfolgender, in ihren räumlichen Bestimmungen voneinander verschiedener Gesichtswahrnehmungen" bei endgültiger psychologischer Analyse

wirklich als ein dieser Bezeichnung entsprechender psychischer Prozeß darstellt, der vielleicht noch neben der Vorstellungsproduktion eine gewisse Rolle zu spielen hat, oder ob schließlich im ganzen und im wesentlichen doch nichts anderes dahintersteckt als eben die Produktion der Bewegungsvorstellung — worauf ja auch ein großer Teil der zugehörigen theoretischen und experimentellen Ausführungen gut passen würde — das läßt sich derzeit mit Sicherheit noch nicht entscheiden. Gewiß ist aber, daß die Statuierung dieses Identitätsbewußtseins theoretischen Einsichten und Bedürfnissen entsprungen ist, die durchaus nahestehen denen, denen auch die Annahme des Anteils der Vorstellungsproduktion an diesen Erscheinungen Rechnung zu tragen versucht.[43]

Zweckmäßig wäre es, wenn von den stroboskopischen Erscheinungen im eigentlichen Sinne alle jene Fälle endgültig geschieden würden, in denen die abwechselnd exponierten Teilbilder sich subjektiv nicht zu einem Bewegungsvorgange, sondern zu einem ruhenden Gesamtbilde ergänzen, wie etwa bei der Stampferschen Scheibe, die rotierend im Spiegel das Wort „Optik" sehen läßt.[44] Die Gestaltproduktion (und zwar die einer ruhenden Gestalt) hat wohl auch hiebei ihre Stelle; aber die Nachdauer der Lichteinwirkung spielt dabei doch insofern eine maßgebendere Rolle, als sie tatsächlich die lückenlose und simultane Gesamtheit der Bestandstückvorstellungen vermittelt. — Ganz zu schweigen ist unter dem gegenwärtigen Titel natürlich von allen jenen Veranstaltungen, die, wenn auch mit Hilfe irgendwelcher stroboskopischer Vorrichtungen, lediglich dazu dienen, die Tatsachen der Helligkeits- und Farbenmischung nach dem Plateau-Talbotschen Gesetze zu demonstrieren. —

4. Kapitel.

Der Anteil der Erfahrung.

1. „Kein Gesetz ohne Ausnahme." Diese Charakteristik der geisteswissenschaftlichen Gesetze ließe sich hier auch einmal auf Naturgesetze anwenden, wenn der Vorbehalt, unter dem fast alle bisher verzeichneten Gesetze der Gesichtsraumwahrnehmung abgeleitet und aufgestellt worden sind, in jedem Fall zu Recht bestünde. Stets hieß es: „bei Ausschluß jeglicher Erfahrungsmotive", weil durch geeignete Erfahrungseinflüsse jedwede Gesetzmäßigkeit, um die es sich eben handelte, angeblich unter Umständen gar in ihr Gegenteil verkehrt werden sollte können. Und in der Tat, wenn es auch vorgekommen sein mag, daß lediglich Unaufgeklärtes oder Theoriewidriges in die bequeme Ecke des „Erfahrungseinflusses" geschoben worden ist, so müßte man doch blind sein, wollte man sich der Einsicht verschließen, daß die Gesetzmäßigkeiten der Raumwahrnehmung eine gewisse Labilität aufweisen, die augenscheinlich auf zentrale Wirkungen zurückweist und mit dem „Wissen" des Subjektes über die räumlichen Gegenstände in irgendwelchem Zusammenhange steht. Unsere Aufgabe ist es also, uns über diesen neuen Faktor des näheren zu orientieren, und zwar nicht nur über seine Erfolge und Wirkungen, sondern auch über seine psychophysiologische Natur und Wesenheit.

Wir wollen zur Erläuterung dieser Aufgabe ein konkretes Beispiel vorausschicken.

Es gibt einen gewissen stereoskopischen Apparat, Stereograph genannt, der im wesentlichen aus einer Brille mit einem roten Glas oder Gelatineblatt auf der einen, einem grünen auf der anderen Seite besteht, und der den stereoskopischen Effekt dadurch herbeiführt, daß von den parallaktisch gegeneinander verschobenen Konturen der Objektzeichnung die eine rot, die andere grün ausgeführt ist, daher durch die Brille jedem Auge nur eine von ihnen sichtbar wird. Bewegt man nun, während man eine solche Rot-grün-Zeichnung durch den Stereographen betrachtet, den Kopf seitlich hin und her, so scheint das stereoskopisch gesehene Objekt eine Drehbewegung in dem Sinne auszuführen, daß es mit der vorderen Hälfte der Bewegung des Kopfes nachgeht, mit der rückwärtigen entgegengeht. Diese Erscheinung hat man sich nun folgendermaßen erklärt. Der Beobachter ist sich seiner seitlichen Kopfbewegungen bewußt. Er weiß aus Erfahrung, daß körperliche Gegenstände, wenn man sie mit seitlich bewegtem Kopfe betrachtet, parallaktische Verschiebungen erleiden, denen zufolge sie sich im Vordergrund der Kopfbewegung entgegen, im Hintergrunde mit dem Kopfe zu bewegen scheinen. Unwillkürlich erwartet er also auch in diesem Falle eine solche Bewegung des Objektes. Da sie nun aber an der in Wirklichkeit ebenen stereoskopischen Zeichnung natürlich nicht eintritt, so hat der Beobachter den Eindruck, als führte das Objekt eine Drehung im entgegengesetzten Sinne aus.[1]

Was in diesem und ähnlichen Fällen der Erfahrung zugeschrieben wird, ist zweierlei: Erstens, daß der auf die bloße Sinnesempfindung gegründete normale Ausfall der Raumwahrnehmung ausbleibt,

und zweitens, daß an seine Stelle eine ihrem Inhalte nach modifizierte Raumwahrnehmung tritt; beides infolge eines aus der Erfahrung hervorgehenden, sei es dispositionellen oder aktuellen Wissens des Subjektes.

Wir haben uns nun darüber zu orientieren, wie solche Leistungen psychologisch zu verstehen sind, um beurteilen zu können, ob und inwieweit die sogenannte Erfahrung als Erklärungsprinzip in der Analyse der Raumwahrnehmung zulässig ist. Was für Vorgänge können es sein, die wir unter dem Titel „Einfluß der Erfahrung" zu registrieren gewohnt sind, und wieviel dürfen wir ihnen zumuten in der Erklärung der Raumwahrnehmung?

Rufen wir uns zu diesem Zwecke kurz in Erinnerung, was wir unter „Erfahrung" zu verstehen pflegen.

Erfahrung in dem Sinne, um den allein es sich hier handeln kann, ist offenbar ein Dispositionsbegriff. Erfahrung bedeutet eine Eigenschaft, speziell eine gewisse Fähigkeit des Subjektes. Damit ist jedoch noch keine ausreichende Bestimmung gegeben. Die als „Erfahrung" bezeichnete Disposition näher zu bestimmen, ist es, wie bei allen Dispositionsbegriffen, nötig, das Korrelat der Disposition, d. i. die Leistung, zu der die Fähigkeit befähigt, anzuführen. Auch dies macht hier vorerst noch keine Schwierigkeit. Erfahrung ist eine Wissensdisposition; wozu sie befähigt, das ist das Fällen irgendwelcher Urteile; und zwar im allgemeinen solcher Urteile, die ihrer Art nach erkenntnistheoretisch eben als Erfahrungsurteile bezeichnet werden. Wodurch diese Urteile als solche charakterisiert sind, das braucht uns hier nicht näher zu beschäftigen. Für uns genügt es, festzuhalten, daß wir unter „Erfahrung" im allgemeinen eine Disposition

zum Aktualisieren bestimmter Urteile verstehen. Wir könnten höchstens noch hinzufügen, daß wir dabei in der Regel an wahre oder wenigstens wahrscheinliche Urteile zu denken pflegen. — Wer Erfahrung in den Witterungsverhältnissen einer Gegend hat, der besitzt die Fähigkeit, auf Grund gewisser Anzeichen ein Urteil abzugeben über die wahrscheinliche Gestaltung des Wetters dieser Gegend für die nächste Zeit. Er besitzt diese Fähigkeit, ein derartiges Urteil abzugeben, als Nachwirkung von Urteilen, die er vordem zu fällen Gelegenheit gehabt hat.

Das ist der ursprüngliche und eigentliche Sinn des Terminus Erfahrung. Wir werden in der Folge zu überlegen haben, ob und inwieweit man sich auf Erfahrung dieses ursprünglichen Sinnes berufen kann, wenn es sich um die Erklärung gewisser Eigentümlichkeiten der Raumwahrnehmung handelt.

Es ist nun allerdings hinzuzufügen, daß der Sprachgebrauch, und zwar selbst der der Wissenschaft, an dieser einzigen strengen und eindeutigen Fassung des Begriffes leider nicht festgehalten hat, sondern den Ausdruck auch in stark erweiterter und übertragener Bedeutung verwendet. Besonders sind noch folgende zwei Erweiterungen zu vermerken. Wir wollen sie zur leichteren Verständigung als Fassung B und Fassung C von der ursprünglichen als der Fassung A unterscheiden. Sie gehen tatsächlich durch bloßes Erweitern oder Verwischen der Begriffsgrenzen aus der ursprünglichen Fassung hervor. So erstreckt sich die Fassung B auch noch auf die bloße, infolge des Tatsachenverlaufes begründete Vorstellungsassoziation: Man nimmt es als Folge der Erfahrung, wenn z. B. beim Vernehmen eines Hornsignals sogleich auch die ungefähre Vorstellung von der Richtung und Entfernung, aus der es kommt, vielleicht gar auch

die der Tonquelle ins Bewußtsein tritt; auch ohne daß man an die allenfalls hinzutretenden Urteilstatbestände denkt.

Noch radikaler ist indessen die Fassung C. Erfahrung ist nach ihr in keinem Sinne mehr Urteils-, auch nicht mehr bloße Reproduktions- oder Assoziationsdisposition, sondern unmittelbar schon eine Disposition der Sinnesempfindung, genauer die Modifikation einer solchen; und was diesem Gedanken mit dem der ursprünglichen Fassung A noch gemeinsam ist, das ist nur mehr der Hinweis auf den Ursprung der Erfahrungsdisposition: die vorausgegangenen Erlebnisse des Subjektes. Ein und derselbe äußere Reiz r ruft nicht mehr, wie die ersten Male, die Empfindung e hervor, sondern infolge der Veränderungen, welche die psychophysische Substanz durch die voraufgegangenen Aktualisierungen von e allmählich erlitten hat, eine modifizierte Empfindung e'; oder analog von einem Reizkomplex und dem zugehörigen Empfindungskomplex. — Diese Auffassungsweise hat gewiß den Vorzug der größten Einfachheit und Klarheit für sich. Auch kann sie sich auf zweifellos sichergestellte Tatsachen berufen, die die Wirklichkeitsgemäßheit ihres Grundgedankens dartun. Das Wesen des Gedächtnisses wird von der Physiologie am besten als eine durch Sinnesfunktion zustande kommende Formung der psychophysischen Substanz verstanden und die Erscheinungen der Sinnesermüdung, der Nachbilder, der Organumstimmungen lassen sich demselben allgemeinen Prinzipe unterordnen. So dient es dem theoretischen Streben nach Vereinheitlichung, nach Zurückführung der Einzeltatsachen auf eine Mindestzahl von Grundprinzipien auf das beste, ohne das Wesentliche der Sache zu verlieren. Genau genommen aber doch nur eine Seite

des Wesentlichen. Denn bei näherem Zusehen erkennt man, daß sie diese theoretische Vereinheitlichung und Vereinfachung nur um den Preis der Vergröberung erkauft, ein Vorgang, dessen wissenschaftsgeschichtlicher Ursprung im vorliegenden Falle allerdings leicht zu entdecken ist. Das unbedingte Streben, das psychische Geschehen als physisches zu beschreiben und nur dann für erklärt zu halten, wenn es in physiologischen Terminis ausgedrückt und womöglich auf physiologische Gesetze „zurückgeführt" ist, muß nach dem heutigen Stande der Gehirnphysiologie notwendig dazu führen. Gedächtnis, Sinnesorganumstimmung und Erfahrung haben in ihrer psychischen Manifestation — und vorläufig ist uns ja nur diese empirisch gegeben — eine gewisse allgemeinste Eigentümlichkeit gemeinsam. Dieser allgemeinste Zug läßt sich nun zufällig mit einigermaßen genügender Anschaulichkeit ins Physische übersetzen und physiologisch ausdrücken: „relativ dauernde Umlagerung der Gehirnmoleküle oder Atome", „Zurückbleiben von Spuren", „Veränderung der psychophysischen Substanz infolge ihrer Funktion". Das wird dem allgemeinsten Grundzug, dem gröbsten Grundmerkmal der angeführten (und anderer) psychischen Ereignisse recht gut gerecht. Aber den feineren — und durchaus noch nicht besonders feinen — Differenzierungen des psychischen Geschehens, wie es den in Rede stehenden psychischen Tatsachen eigentümlich ist, kann man mit diesen Mitteln weitaus nicht beikommen; und so — läßt man diese Differenzierungen auf sich beruhen, man übersieht sie, sie sind für den Physiologen einfach nicht vorhanden, schließlich doch sehr zum Schaden seiner eigenen Wissenschaft, denn die Tatsächlichkeit des Psychischen und seiner Differenzierungen aus der Welt zu schaffen ist ihm ja doch nicht möglich,

und so begibt er sich damit des Wegweisers, der ihm zum Aufsuchen physiologischer Differenzierungen und Tatsächlichkeiten von seiten der psychologischen Erfahrung her geboten wäre. — Andererseits muß indes auch von seiten der Psychologie mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß es Tatsachen gibt, denen das Schema C wirklich restlos entspricht und denen gegenüber man sich nur zu hüten hat, nicht etwa irgendwelche intellektuelle Vermittelungen zu konstruieren und in sie hinein zu interpretieren. —

Wir haben uns nun darüber orientiert, was sich korrekterweise beim Terminus Erfahrung denken läßt. Es ist dies in erster Linie die Fassung A, und fernerhin auch B und C. Zur weiteren Vorbereitung auf unsere Aufgabe, die Rolle der Erfahrung in der Raumwahrnehmung klarzustellen, wird es nun aber auch noch dienlich sein, vorerst im allgemeinen zu erörtern, ob alle oder welche von den drei Fassungen dazu geeignet sind, Modifikationen eines Wahrnehmungsprozesses — denn nur um solche handelt es sich uns — als auf „Erfahrung" beruhend zu erklären.

Die Antwort auf diese Zusatzfrage ist rasch und leicht gegeben. Wenn es sich um eine Modifikation des Wahrnehmungsprozesses, bzw. natürlich seines Ergebnisses, der Wahrnehmung, handelt, so muß in letzter Linie eine Verschiebung des Wahrnehmungsurteiles gegenüber der Gestaltung (und dem Inhalt), die es annehmen müßte, wenn die Erfahrungseinflüsse ferne blieben, platzgegriffen haben. Das normale, reguläre, primäre oder, wie wir sagen wollen, vorerfahrungsmäßige Wahrnehmungsurteil muß verdrängt worden sein durch ein anderes Urteil, das als Wahrnehmungsurteil fungiert und die Einflüsse der Erfahrung in sich aufgenommen hat. Ob dieses „Ver-

drängen" so erfolgt, daß das primäre Wahrnehmungsurteil überhaupt nicht mehr zur Aktualisierung gelangt und dem vorhandenen Vorstellungsbestande nach vielleicht auch gar nicht aktualisiert werden kann, oder so, daß es neben dem durch die Erfahrung modifizierten Urteil doch auch noch vorhanden ist, oder doch wenigstens dem vorhandenen Vorstellungsbestande nach vorhanden sein könnte, das werden wir erst an den einzelnen Fällen zu untersuchen haben. Gegenwärtig kommt es uns erst darauf an, darnach zu sehen, woher wir denn das verdrängende Urteil zu nehmen hätten. Da gibt zunächst die Fassung A den einfachsten Aufschluß. Erfahrung ist Urteilsdisposition — das verdrängende Urteil ist eben das Urteil, das als Korrelat, als Leistung der sogenannten Erfahrungsdisposition auftritt. Freilich, wenn dieses Urteil etwas anderes besagen soll als das dem jeweiligen Fall entsprechende primäre Wahrnehmungsurteil, so muß ihm auch ein anderes Vorstellungsmaterial zur Verfügung stehen als diesem, das sich der jeweiligen Empfindungen, bezw. Wahrnehmungsvorstellungen bedient; denn kein Urteil ist ohne Vorstellungen möglich, und durch den Inhalt (Gegenstand) der Vorstellungen bestimmt sich wesentlich auch der Gegenstand, die Aussage des Urteils (das Objektiv). Das Vorstellungsmaterial nun, dessen das Urteil der Fassung A bedarf, kann wohl nichts anderes sein als der Bestand an reproduzierten Vorstellungen, auf den die Fassung B gemünzt ist. Soll also Erfahrung im Sinne des Begriffes nach Fassung A als ein die Wahrnehmung modifizierendes Moment zur Geltung kommen können, so muß jedesmal irgendwie auch das verwirklicht sein, was Fassung B besagt. Und andererseits: Erfahrung im Sinne der Fassung B reicht noch nicht dazu aus, als ein das primäre Wahrnehmungsurteil

modifizierendes Moment zu funktionieren; dazu gehört noch außerdem ein Urteil, das mit dem primären Wahrnehmungsurteil konkurriert und es verdrängt, und dieses Urteil entspricht dann dem der Fassung A. Wir sehen: Die Fälle A und B müssen immer zusammen verwirklicht sein, sollen sie als die Wahrnehmung modifizierende Erfahrungsmomente zur Geltung kommen. (Verschiedenheiten je nach der Art, wie A, wie B sich jeweils aktualisieren, und je nachdem das A, das B am Vorgang das Primäre sind, können immerhin dabei noch vorgesehen werden.) — Viel einfacher steht die Sache wieder in einem Falle nach der Fassung C. Das psychische Gefüge ist dabei genau dasselbe wie bei durch die Erfahrung ungestörter Wahrnehmung. Das Existenzialurteil schließt sich in ganz normaler Weise an an die Empfindung, beziehungsweise Wahrnehmungsvorstellung und wird dadurch zum Wahrnehmungsurteil. Nachdem jedoch in diesem Falle schon die Empfindung, beziehungsweise die Wahrnehmungsvorstellung infolge der „Erfahrung" modifiziert ausfällt, so wird das resultierende Wahrnehmungsurteil notwendig auch bereits den Einfluß der Erfahrung zeigen. Wir sehen also: Erfahrung im Sinne des Begriffes C kann von vornherein gleichfalls als ein die Wahrnehmung beeinflussendes Moment in Frage kommen. —

Wir werden nun an die Untersuchung der einzelnen konkreten Fälle selbst herantreten, in denen ein Einfluß der Erfahrung angenommen zu werden pflegt. Erst dabei werden wir so recht Gelegenheit haben, nicht nur zu prüfen, ob und inwieweit der Erfahrung die ihr herkömmlich zugeschriebene Rolle tatsächlich zukommt, sondern auch den psychischen Mechanismus des näheren zu analysieren, der ihr gegebenenfalls zugrundeliegt.

Es sind im wesentlichen drei Gebiete, für welche der Einfluß der Erfahrung von ausschlaggebender Bedeutung sein soll: Die Auffassung der Tiefenerstreckung, das richtige Verständnis der perspektivischen Projektion und schließlich das Zustandekommen der Sehgröße. Wir wollen diese drei Gebiete der Reihe nach durchmustern.

2. Wir wollen an einen lehrreichen Versuch anknüpfen, den Hering angegeben hat. „Bedeckt man einen innen geschwärzten, oben offenen Kasten mit einem weißen Karton, in welchen man ein mit zackigen Rändern versehenes Loch geschnitten hat, so sind zwei Fälle möglich: entweder man sieht ein Loch im Karton und hinter der Ebene des Loches einen dunklen Raum, oder man sieht auf dem weißen Karton einen schwarzen Fleck von der Form des Loches. Beidenfalls ist die Empfindung ganz verschieden. Im ersten Falle nämlich ist die Empfindung des Dunkels eine raumhafte, nach der Tiefe ausgebreitete, im andern Falle ist die Empfindung des Schwarzen eine flächenhafte; das Dunkel ist dann gleichsam in eine Fläche zusammengedrängt und erscheint als Flächenfarbe. Der Unterschied ist, wenn der Versuch gelingt, ein ganz auffallender. Außerdem sieht man erstenfalls die Zacken des Randes als vorspringende Teile des weißen Kartons, letzternfalls als vorspringende Teile des schwarzen Fleckes. Da das Netzhautbild beidenfalls genau dasselbe ist, so beruht hier die räumliche Verschiedenheit der ausgelösten Empfindungen lediglich darauf, daß einmal die eine, ein andermal die andere Reproduktion die Form der Empfindungen bestimmt.“[2]

Wenn wir — ganz zu geschweigen natürlich von der Heringschen Ausdrucksweise „raumhafter, flächen-

haften Empfindungen"; denn nicht die Empfindungen sind raumhaft, flächenhaft, sondern ihre immanenten Gegenstände — wenn wir also vorläufig von der Interpretation absehen, die Hering dem Versuche unter einem angedeihen läßt, so stimmen wir seinen Angaben gerne vollinhaltlich zu. Der Wechsel der beiden Auffassungsweisen wird geradezu überraschend deutlich; die beiden Auffassungen passen restlos auf die Beschreibung, die Hering von ihnen vorlegt; und auch daß das Netzhautbild beidenfalls genau dasselbe, für beide Fälle der objektive Reiz identisch ist, muß ohne weiteres zugegeben werden. Die Interpretation jedoch, die Hering der Beschreibung einflicht, scheint wohl zu rasch und zu summarisch. Die Frage lautet: Wie ist es zu verstehen, daß trotz Konstanz des objektiven Reizes Verschiedenheit der subjektiven Auffassung resultiert? Wir drücken uns nicht ohne ausdrücklichen Bedacht zunächst so unbestimmt und allgemein aus, wie es der Terminus „Auffassung" ermöglicht. Denn diese „Auffassung" kann sich, psychologisch bestimmt, als psychisches Gebilde verschiedener Art darstellen. Hering schlägt gleich den kürzesten Weg ein: Es sind verschiedene Empfindungen, worin die zweierlei Auffassungen bestehen; und daß es trotz der Gleichheit des objektiven Reizes zu so verschiedenen Empfindungen kommt, das liegt an verschiedenartiger Mitwirkung der Reproduktion. Indes ist diese Mitwirkung der Reproduktion dabei nicht so gedacht, daß neben oder außer der Empfindung noch eigene, selbständige reproduzierte Vorstellungen im Bewußtsein aufträten, die dann nur mit der — an sich stets gleichbleibenden — Empfindung verbunden einmal die eine, einmal die andere Auffassung ergeben; nicht ein Komplex aus der konstanten Empfindung und variablen reproduktiven Vor-

stellungselementen soll es sein, was der wechselnden Auffassung (Wahrnehmung) als Vorstellungsmaterial zugrunde liegt; nur eine einheitliche Empfindung allein liegt beide Male vor, die aber das eine Mal verschieden vom andern Mal gestaltet ist, und zwar verschieden gestaltet je nach der jeweiligen Stimmung, Verfassung, Einstellung des Zentralorgans zur Zeit des Eintreffens des Reizes.

Diese Interpretation des Versuchsergebnisses ist aber durchaus nicht die einzig mögliche. Es steht ihr eine andere gegenüber, die den psychischen Sachverhalt zwar als weniger einfach analysiert, dafür aber in engerem Zusammenhang mit der sonstigen psychologischen Empirie bleibt und keines ad hoc gebildeten hypothetischen Gedankens bedarf. Sie läßt sich etwa folgendermaßen darstellen. Die eigentliche Empfindung vom dunklen oder schwarzen Fleck, genauer die eigentlichen Empfindungen von den dem Ausschnitte zugehörigen Raumelementen sind in beiden Fällen dieselben, und sind tatsächlich in beiden Fällen aktuell im Bewußtsein vorhanden. Das Subjekt verhält sich aber in den beiden Fällen den gleichen Empfindungen gegenüber verschieden. Wir wissen, daß das Subjekt das Empfindungsmaterial in der Regel nicht unberührt läßt, sondern verarbeitet, zumeist im Produktionsprozeß bald so, bald so zu Gestaltvorstellungen zusammenfaßt. Im vorliegenden Falle ist nun mit dem gegebenen Empfindungsmateriale — das immer ein und dasselbe bleibt — zweierlei Ordnung des Zusammenfassens, die Bildung von zweierlei Gestalten möglich. Wir wollen sie an einem analogen einfacheren Beispiel charakterisieren. Figur 40a läßt sich in zweierlei Weise „sehen“: entweder als Kreisring oder als zwei übereinanderliegende volle Kreisflächen, von denen die eine

größer ist als die andere. Die erste Auffassung wird durch Fig. 40b, die zweite durch Fig. 40c nahegelegt, noch mehr durch Fig. 40d. (Die allfällige Gewöhnung an den Anblick der Revolverblende wird freilich gerade hier wieder in entgegengesetztem Sinne

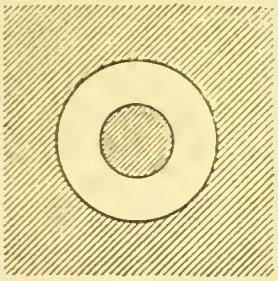

Fig. 40b

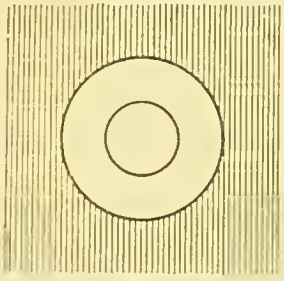

Fig. 40c.

wirken können.) Analoges gilt von Fig. 41. Die ersten, die b-Auffassungen, kommen dadurch zustande, daß man aus den zur Verfügung stehenden Raumelementen (Linienelementen, Punkten) eine Gestalt

Fig. 40a.

Fig. 40d.

Fig. 41a.

bildet, die zweiten, die c-Auffassungen, dadurch, daß man zwei Gestalten bildet, die dann in räumliche Beziehung zueinander treten. So ist es auch im Heringschen Versuch. Sieht man den Karton als einen Karton mit Ausschnitt, so kommt es daher, daß man die (äußeren und inneren) Konturen des

Kartons zu einer einzigen Gestalt zusammenfaßt. Sieht man jedoch den Karton als einen Karton mit aufsitzendem schwarzen Fleck, so kommt es daher, daß man die (äußeren) Konturen des Kartons zu einer, und die Konturen des Ausschnittes zu einer zweiten selbständigen Gestalt zusammenfaßt. So wird es ganz begreiflich, daß man in den zwei Fällen Verschiedenes sieht, genauer verschiedene (Gestalt-)Wahrnehmungsvorstellungen hat. Auch die von Hering selbst bemerkte verschiedene Behandlung der Zacken hängt

Fig. 41 b.

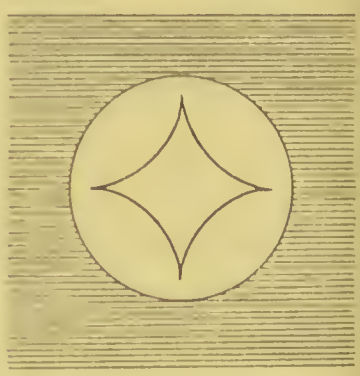

Fig. 41 c.

damit zusammen. — Nun ist dadurch, wie zugegeben werden muß, noch nicht erklärt, warum die beiderlei Gestaltbildungen auch mit verschiedener Tiefenprojektion des dunklen (schwarzen) Flecks verbunden sind. Doch läßt sich dies nunmehr als bloße unmittelbare Folge der einen wie der andern der beiden Gestaltbildungen erweisen. Entsteht die Vorstellung der einen Gestalt, so ist sie dem Subjekt die Vorstellung von einem Gegenstand, einem Karton mit Ausschnitt; dieser Karton wird dann durch die regulären Mittel in eine bestimmte Tiefe lokalisiert, während für das durch den Ausschnitt Sichtbare Anlaß und Mittel zu einer bestimmten Tiefenlokalisation fehlen, für diese Stelle also die „unbestimmte Tiefen-

empfindung", die Empfindung des raumhaften Dunkels bestehen bleibt. Läuft dagegen der Produktionsprozeß nach der anderen Weise ab, und kommt es zu der Vorstellung der zwei selbständigen Gestalten, so sind damit notwendig die Vorstellungen von zwei Gegenständen gegeben, die Vorstellung des Kartons, der dann in diesem Falle nur durch die äußeren Konturen begrenzt erscheint, und die Vorstellung der in schwarzer Färbung erscheinenden Gestalt, die, wenn sie, wie es ja stets geschieht, auf ein wirkliches Objekt bezogen wird, nicht hinter dem Karton lokalisiert werden kann, sondern sich am natürlichsten als dem Karton aufliegend, als Fleck auf dem Karton auffassen läßt. Er wird dann in die gleiche Tiefe mit dem Karton lokalisiert, das heißt — und das ist nun das wesentliche — die Vorstellungen der Tiefenmerkmale, die in den Empfindungen der räumlichen Eigenschaften des Kartons als Empfindungsmomente (soweit es deren gibt) mit enthalten sind, sowie die übrigen etwa erfahrungsmäßigen Tiefenlokalisationsmomente, die von der Wahrnehmung des Kartons zur Anregung gelangen, die werden in der Phantasie auch auf die der zweiten, eingeschlossenen Gestalt zugehörigen Dunkelempfindungen übertragen, als reproduktiv zur Vorstellung gelangende Merkmale mit diesen verbunden: Oder kurz ausgedrückt: Die Wahrnehmung des Gegenstandes der ersten Gestalt enthält zugleich — soweit dabei von Wahrnehmung die Rede sein kann — die Wahrnehmung seiner bestimmten Tiefe; der objektive Gegenstand der zweiten Gestalt gibt an sich keinen Reiz zu einer bestimmten Tiefenwahrnehmung; vermöge ihrer räumlichen Beziehung zum ersten Gegenstand jedoch übertragen sich die dort in der Wahrnehmung enthaltenen Tiefenmerkmale in der Phantasie (reproduktiv) auch auf sie.

Wesentlich an dieser ganzen Analyse ist für uns hier folgendes: Die Vorstellung der Tiefenlage des „schwarzen Flecks" ist eine reproduzierte (eine Phantasie-)Vorstellung, angeregt und übertragen von der Perzeption der Tiefenlage des Kartons. Diese Vorstellung verbindet sich mit dem die Vorstellung des „schwarzen Flecks" ausmachenden Empfindungskomplex, so daß, indem der so entstehende Gesamtvorstellungskomplex in das Wahrnehmungsurteil eingeht, der dunkle Fleck als in der bestimmten Tiefenlage befindlich aufgefaßt wird. Man sieht, der Vorgang entspräche dem Erfahrungsschema nach Fassung A-B (siehe den vorigen §).

Die Heringsche Ausdeutung entspräche der Fassung C. Es soll nun keineswegs gesagt werden, daß diese Ausdeutung der Natur der Sache nach unmöglich ist; immerhin steht es in Frage, ob sie der Sache wirklich entspricht. Nicht, daß man sich daran stoßen müßte, daß sie zweierlei Tiefenempfindung, die des Raumhaften und die der Fläche in bestimmter Tiefenlage, voraussetzt. Wir haben ja selbst auch die unbestimmte und die bestimmte Tiefenempfindung zu unterscheiden uns veranlaßt gefunden. Indessen ist das Variieren der Empfindung bei konstantem Reize infolge willkürlicher Variation zentraler Einstellung in der übrigen psychologischen Empirie derzeit noch so wenig beglaubigt, daß man sich einer solchen Annahme nicht ohne Not bedienen wird, zumal wenn, wie im vorliegenden Versuch, die innere Wahrnehmung ohnedies mehr für einen bleibenden Grundstock von Empfindungen mit einem wechselnden Zusatz von reproduktiven Vorstellungselementen spricht. Außerdem gibt die Heringsche Ausdeutung keine Rechenschaft von den zweierlei Gestaltkonstellationen, die für den Ausfall des Versuches doch recht charakteristisch sind.

Noch weniger wird man sich zur Interpretation nach Fassung C entschließen können gegenüber jenen Tatsachen, die unter dem Titel der Erfahrungshilfen zur Tiefenperzeption herkömmlich angeführt zu werden pflegen, und die, damit im Einklang, auch in der Praxis des Sehens von allem Hiehergehörigen die größte Rolle spielen. Es sind dies die bekannten Momente der Parallaxenwirkung bei der Kopfbewegung, der Überschneidung der Konturen, des Einflusses der Sehgröße, der sogenannten Luftperspektive sowie der Verteilung von Licht und Schatten auf dem Sehding.

Alle diese Momente kommen offenkundig nur dadurch zur Geltung, daß sie, sei es vermittelst Assoziation, sei es gar nur auf dem Wege der Überlegung, die — zudem meistens nur unanschauliche — Vorstellung einer mehr oder weniger bestimmten Tiefenerstreckung hervorrufen, ohne an dem Empfindungsbestande des Falles etwas zu ändern. Ihnen allen ist gemeinsam, daß die Anregung zur Tiefenvorstellung von einem Empfindungsmoment ausgeht, das selbst etwas ganz anderes zum Inhalt hat als Tiefe (z. B. Licht und Schatten, Luftfärbung etc.), und das nur etwa assoziativ mit Tiefenvorstellungen verbunden ist, daher in seiner Eigenart in dem Gesamtkomplex der Wahrnehmung, auch wenn die Tiefenausdeutung platzgreift, ganz unverändert erhalten und leicht als eigene Empfindung aufzeigbar bleibt, während sich das hinzukommende Tiefenmerkmal unschwer als reproduziertes, zumeist gar nur als unanschaulich gedachtes Gebilde verrät. Wenn ferne Berge bläulich erscheinen, so ist die Bläulichkeit nicht identisch mit der Ferne, auch regt die Blauempfindung nicht etwa eine weitere Empfindung entsprechender Tiefe an; es gibt eine Empfindung dieses Inhaltes gar nicht. Es gibt nur

eine auf indirektem Weg zustande gekommene Phantasievorstellung für solche Tiefenerstreckung, und diese wird durch den Anblick der Bläulichkeit assoziativ erweckt. Ganz ähnlich geht es auch bei den übrigen Erfahrungsmitteln zu, z. B. wenn man wahrnimmt, daß der Kontur des einen Höhenzuges den eines andern überschneidet und man daraus erkennt, daß jener näher ist als dieser. In jedem Fall ist's nur ein „Wissen" um die Tiefenlagen, höchstens verbunden mit einer zumeist mehr oder weniger inadäquaten (weil hinter der Wirklichkeit zurückbleibenden) Phantasievorstellung von der Tiefenerstreckung. Wodurch sich die genannten Fälle voneinander unterscheiden, das ist allein der Grad, wie enge oder lose die Verknüpfung zwischen der auslösenden Empfindung und der zur Auslösung gelangenden reproduktiven Tiefenvorstellung sich gestaltet, wie kräftig und unmittelbar, oder wie schwankend deshalb auch die Tiefenwirkung zur Geltung kommt.[3]

Die speziellere Untersuchung dieser Dinge findet noch mehrfache Aufgaben vor. Am wenigsten mag dem theoretischen Interesse wohl die Frage bieten, die unter den hiehergehörigen Problemen bisher vielleicht am meisten behandelt worden ist: die Frage nach dem Ursprung der tiefenwirksamen Assoziationen. Es handelt sich dabei darum, Daten allgemein vorkommender Erlebnisse zu sammeln, auf Grund deren sich diese Assoziationen zu entwickeln vermögen, die aber an sich theoretisch-psychologisch nichts weiter zu bedeuten haben. — Weit wichtiger und theoretisch interessanter, indes noch kaum als ein Problem erkannt, ist dann die Frage nach der psychologischen Natur und nach dem Aufbau des psychischen Gebildes, vermittelst welches wir in den in Rede stehenden Fällen die jeweilige Tiefe zu er-

fassen (vorzustellen, zu denken) pflegen; eine Aufgabe der psychologischen Analyse. Es ist ein uraltes Erbstück der Psychologie, die Lehre von den „Erfahrungsmotiven in der Tiefenwahrnehmung". Gleichwohl ist diese Frage bis jetzt noch nicht bearbeitet. Bis jetzt läßt sich kaum mehr als eine allgemeine Direktive dazu beibringen, indem es sicher ist, daß das zu untersuchende psychische Gebilde in zweierlei Gestalt vorkommt: Es kommen Fälle vor, in denen die Tiefenerstreckung nur unanschaulich gedacht wird; es kommen andere Fälle vor, die eine anschauliche Vorstellung der Tiefenstrecke aufweisen; ein gegenseitiges sich Durchdringen beider Fälle ist übrigens sehr häufig. Die zweierlei Gebilde wären nun erst des näheren zu analysieren. Vielleicht ergäbe sich dabei ein Aufschluß über Ursache und Wesen der bekannten Tatsache, daß auch beim Auffassen der Tiefe durch Erfahrungshilfen eine gewisse hochgradige Unterschätzung der vorgegebenen Tiefendistanz die Regel ist, und zwar nicht nur, wenn sich die Auffassung der Tiefe in anschaulicher Vorstellung macht, sondern bis zu gewissem Grade auch, wenn es sich dazu des unanschaulichen Denkens, des „Erfahrungswissens", bedient.

Das Gesetz des ständigen, zwangsmäßigen „Unterschätzens" der Tiefenentfernungen im Sehraum bildet übrigens bereits den Anfang der Erledigung einer dritten Aufgabe, der Aufgabe nämlich, das Verhältnis zwischen objektiver Tiefenentfernung und ihrer subjektiven, auf Erfahrung gegründeten Auffassung zu bestimmen. Ja es scheint sogar, daß wir darin bereits zu numerischen Bestimmungen vorgeschritten sind. Auf Grund einer sehr großen Zahl von experimentell angestellten Einzelschätzungen hat man[4] das Gesetz aufgestellt, daß die wirklichen Entfernungen relativ

um so mehr unterschätzt werden, je größer sie selbst sind, und dieses Gesetz in die Formel gebracht $d' = \frac{c\,d}{c+d}$, worin d die wirkliche Entfernung, d' die entsprechende Entfernung im Sehraum (die anschaulich vorgestellte scheinbare Entfernung oder das unanschauliche Schätzungsergebnis), und c eine bestimmte, in der Regel ziemlich große Konstante bedeutet, deren Wert jedoch je nach den jeweils zur Verfügung stehenden empirischen Anhaltspunkten wechselt. Da ferner für $d = \infty$ der Wert von d' gleich c wird, so bedeutet c zugleich auch die jeweils größtmögliche scheinbare Entfernung. — Das Gesetz ist, wie gesagt, gemeint als allgemeiner Ausdruck ausgedehntester, rein psychologischer Empirie und es ist nicht zu leugnen, daß es sich in sehr weitem Umfange bewährt und bestätigt. Auch gestattet es einige willkommene theoretische Anwendungen, von denen wir an dieser Stelle nur erwähnen wollen, daß sich die bekannte Tatsache aus ihm als notwendige Folge ableiten läßt, derzufolge uns die Berge im Sehraum beträchtlich steiler erscheinen, als sie in Wirklichkeit sind, und wir die Höhenwinkel, wenn wir sie in Graden abschätzen, bedeutend zu überschätzen pflegen; die Beobachtungsergebnisse stimmen mit den aus der Formel durch Rechnung sich ergebenden Werten gut überein. Theoretisch bedenklich scheint daran nur das eine, daß sich die Geltung der Formel nicht nur auf die anschaulich im Sehraum enthaltenen Tiefendistanzen erstrecken soll, sondern auch auf die nur unanschaulich, indirekt vorgestellten, die abzuschätzen nicht mehr in einem anschaulichen Messen, sondern nur mehr in einem abstrakt gedankenmäßigen Verwerten der Erfahrungen über den Zusammenhang zwischen wirklichen Entfernungen und gewissen in

den Sehdingen anschaulich enthaltenen Merkmalen, die selbst keineswegs etwa direkte räumliche Vorstellung der wirklichen Entfernung sind, besteht. Doch würde es zu weit führen, diese Schwierigkeit hier weiter zu verfolgen[5]; eine völlige Klarstellung dürfte ohnedies nur zu erzielen sein, bis eine befriedigende Analyse der auf Erfahrung gegründeten Entfernungsvorstellung vorliegt.

Mit dem Desiderat dieser Analyse hängt schließlich noch die letzte, eigentlich erste und grundlegende Frage zusammen, eine Frage, die, so wichtig sie für das Verständnis der erfahrungsmäßigen Tiefenwahrnehmung ist, bisher doch noch ausdrücklicher Bearbeitung entbehrt. Daß die Tiefenlagen nicht durch Wahrnehmung, sondern durch Erfahrung zur Auffassung gelangen, ist eine Lehre, die, bald auf den ganzen Umfang, bald nur auf einen Teil der Tiefenauffassung angewendet, immer wieder vorgebracht wird. Daß aber zur erfahrungsmäßigen Auffassung der Tiefe doch auch Vorstellungen, wenn auch nicht unmittelbar der Wahrnehmung entstammende, erforderlich sind, und daß, wenn sie, wie eben in diesem Falle, nicht direkt der Wahrnehmung entstammen, sondern komplizierteren Ursprunges sind, die Frage nach diesem Ursprung erst recht noch offen steht, daran ist vorläufig noch ziemlich wenig gedacht worden. Besonders von seiten des sogenannten Empirismus hat man sich bisweilen verwunderlich wenig darum gesorgt, woher das geeignete surrogative Vorstellungsmaterial stammen soll, und es ist nicht zu verkennen, daß die Schwierigkeiten, dafür aufzukommen, keine geringen sein können, wenn die Wahrnehmung (Empfindung) tatsächlich so wenig oder gar nichts dazu bietet, wie es der Grundlehre des Empirismus entspräche.[6] In wesentlich günstigerer Situation be-

findet sich daher eine Auffassung, wie die von uns vertretene, der zum Aufbau der indirekten, erfahrungsmäßigen Tiefenvorstellung nicht nur die zweidimensionale Raumempfindung, sondern sogar noch die unbestimmte und ein gewisser Grundstock bestimmter Tiefenempfindungen zur Verfügung steht. Gleichwohl bleibt die Aufgabe auch von diesen Voraussetzungen aus schwierig und umfangreich genug, und da sie, wie es scheint, von Grund auf neu in Angriff genommen werden müßte, so empfiehlt es sich uns nicht, sie an dieser Stelle weiter zu verfolgen.

3. Wir wollen das an vielgestaltigen Tatsachen reiche Problem über die Rolle der Perspektive in der Raumwahrnehmung und den Anteil, den die Erfahrung daran hat, an drei typischen Fällen erörtern.

Als ersten wählen wir die „Wahrnehmung" des Vertikalen als vertikal unter Umständen, unter denen sich die vertikalen Geraden nicht auf dem scheinbar vertikalen Meridian oder einem sonstigen Inkongruenzlängsschnitt abbilden können.

Als zweiten werden wir das Körperlichsehen von in einer Ebene perspektivisch gezeichneten Körpern behandeln.

Schließlich wollen wir den Einfluß der Projektionsfläche auf die scheinbare Gestalt des projizierten Gebildes untersuchen.

Blickt man durch ein genügend langes und enges Rohr, gleichviel ob monokular oder binokular, gegen eine gleichmäßig gefärbte Wand, so daß von den Gegenständen der Umgebung keiner sichtbar bleibt, und läßt man einen auf der Achse des Rohres senkrecht stehenden geraden Draht so lange um dieselbe drehen, bis er vertikal erscheint, so findet man, daß er durch-

schnittlich tatsächlich nahezu vertikal steht, bei monokularer Betrachtung nur um den entsprechenden Inkongruenzwinkel von der Vertikalen abweicht, wenn die Beobachtung in der Primärstellung des Kopfes und der Augen angestellt worden ist. Wird die Einstellung jedoch bei seitlich geneigtem Kopfe ausgeführt, so ergibt die nachträgliche Prüfung der Lage des Drahtes eine je nach der Neigung des Kopfes größere oder geringere entgegengesetzte seitliche Abweichung aus der richtigen Vertikalen. Wir haben diese Tatsache unter dem Namen des Aubertschen Phänomens im Abschnitt über die Augenbewegungen bereits besprochen.[7] Nun aber interessiert uns noch eine besondere Seite daran. Läßt man das Rohr weg und nimmt man die Einstellung des Drahtes mit freiem Blicke vor, so trifft man die Vertikale mit geneigtem Kopfe geradesogut wie mit aufrechtem.

Eine ganz analoge Tatsache ist es, daß die monokulare Einstellung des Drahtes auf scheinbar vertikal auch bei aufrechtem Kopfe durchschnittlich nicht wirklich vertikal ausfällt, sondern um den halben Inkongruenzwinkel von der wirklichen Vertikalen abweicht, dies jedoch nur unter der Voraussetzung, daß sich im Gesichtsfelde keine sonstigen Gegenstände, insbesondere keine als objektiv vertikal bekannten Geraden finden. Sind solche sichtbar, so fällt die Lage des Drahtes auch dann vertikal aus, wenn die Abweichung des scheinbar vertikalen Meridianes ausnahmsweise nicht so geringfügig ist wie gewöhnlich, die Neigung der scheinbar Vertikalen also schon recht auffällig sein müßte.[8] Selbst die stereoskopische Neigung in der Tiefendimension, die infolge des Zusammenwirkens querdisparater Netzhautstellen bei binokularem Sehen in diesem Falle zu erwarten wäre, bleibt aus bei gleichzeitigem An-

blick der übrigen regulären Umgebung. (Freilich ist hier immerhin mit der Möglichkeit zu rechnen, daß in solchen Fällen die ursprünglich vorliegende Querdisparation durch infolge des Fusionszwanges reflektorisch eintretende gegensinnige Rollungen auf Null reduziert wird.)

Suchen wir diese Tatsachen allgemein auszudrücken, so erkennen wir: Die Wahrnehmung der Lage einer objektiven Geraden ist nicht nur von den spezifischen Energien der jeweils gereizten Netzhautstellen abhängig, sondern auch von der gleichzeitigen Wahrnehmung anderer Geraden des Gesichtsfeldes, über deren wirkliche Lage das Subjekt schon von früher her ein sicheres Urteil hat. Hinzuzufügen ist nur, daß es sich hier um einen ganz anderen Fall der gegenseitigen Beeinflussung der scheinbaren Lage von Geraden handelt, als etwa in der Zöllnerschen Täuschung. Man erkennt dies am einfachsten daraus, daß in der Zöllnerschen Täuschung die verschiebende Wirkung der Geraden eine gegenseitige ist und sich nicht, wie hier, der Einfluß allein von der einen Geraden (oder Geradengruppe) auf die andere geltend macht; und daß für den Ausfall der Zöllnerschen Täuschung das Urteil über die wirkliche Lage der einen oder anderen Geradengruppe vollkommen gleichgültig ist und sich nur ihre Zusammenordnung zu einer bestimmten Gestalt von Einfluß erweist, während es sich hier gerade umgekehrt verhält.

Die Frage, wie diese Beeinflussung der Lagewahrnehmung durch gleichzeitig wahrgenommene andere Lagen zu erklären ist, setzt voraus, daß man sich zunächst über den psychisch bewußten Tatbestand, in welchem sie sich manifestiert, und darüber, wie er richtig zu analysieren ist, im klaren weiß. Wir haben uns also zunächst die Frage vorzulegen, was für

psychische Gebilde im Bewußtsein gegeben und wie gestaltet sie sind, wenn sich das geschilderte Erlebnis abspielt. Wir wollen an diese Aufgabe herantreten, ohne uns geradezu an die obige allgemeine Formulierung der Tatsache zu halten, da sich dieselbe möglicherweise als ungenau und korrekturbedürftig erweisen wird; wir wollen vielmehr wiederum von der Tatsache selbst ausgehen.

Vergegenwärtigen wir uns den Fall, daß der Versuchsdraht, wenn die Aufgabe gegeben ist, ihn vertikal einzustellen, bei freiem Blick in das gewöhnliche Gesichtsfeld trotz starker seitlicher Neigung des Kopfes richtig vertikal gestellt wird. Was für psychische Gebilde sind da im Bewußtsein der Versuchsperson vorhanden? Die Analyse komplizierter intellektueller Prozesse hat, besonders solange sie nicht durch experimentelle Veranstaltungen unterstützt und gesichert ist, immer mit der Gefahr zu rechnen, daß infolge logischer Überlegungen irgendwelche psychische Gebilde in den zu analysierenden Komplex hineininterpretiert werden, die tatsächlich in ihm nicht enthalten sind. Wir wollen uns diese Gefahr vor Augen halten und mit äußerster Vorsicht zu Werke gehen. Vielleicht können wir so der schließlich doch unerläßlichen experimentellen Bearbeitung des Problems in geeigneter Weise wenigstens vorarbeiten.

Vom Sicheren wollen wir ausgehen. Solange die Versuchsperson über die näheren Umstände der Aufgabe noch nicht näher unterrichtet ist, ist sie der Meinung, mit der von ihr angegebenen Einstellung den Draht wirklich vertikal gestellt zu haben, d. h. sie fällt beim Anblick der Einstellung das Urteil, daß der Draht vertikal steht. Das Urteil, daß er ihr bei dieser Einstellung vertikal erscheint, ist zwar in der Regel nicht ausdrücklich damit verbunden,

tritt aber, wenn provoziert, gewiß in diesem Sinne ein. Wer bereits theoretischen Reflexionen über die Aufgabe zugänglich ist, der wird vielleicht sein Urteil über die wirkliche Lage des Drahtes in suspenso lassen oder wenigstens in suspenso zu lassen sich bestreben, dagegen mindestens anfangs sich des andern Urteils nicht erwehren können, daß ihm der Draht in der ihm verliehenen Lage vertikal erscheint. Das sind die Urteilstatbestände, die sich in der Versuchsperson an die Lage des Drahtes, soweit sie für uns von Belang sind, anknüpfen. Andere für den Versuch wesentliche Urteilstatbestände sind kaum anzuführen. Es müßte denn sein, daß hin und wieder der Anblick einer andern im Gesichtsfeld befindlichen und als vertikal bekannten Geraden (einer Mauerecke, eines Türstocks etc.), das Urteil, daß sie vertikal ist, hervorruft. Die Regel ist es aber gewiß nicht, daß auch diese Urteile aktuell werden, wenn sie auch zweifellos dispositionell immer vorhanden sind.

Mit den Urteilstatbeständen ist das psychisch vorhandene natürlich noch nicht erschöpft, und mindestens ebenso gewiß, ja geradezu selbstverständlich ist es, daß der Draht nicht nur seiner Lage nach beurteilt, sondern auch in einer bestimmten Lage empfunden (vorgestellt) wird. Das Gleiche gilt natürlich auch von den andern im Gesichtsfeld vorhandenen Gegenständen. Uns interessiert nun vor allem die (Empfindung) Wahrnehmungsvorstellung des in die Vertikale oder genauer scheinbar Vertikale eingestellten Drahtes, und zwar in bezug auf die Lage des durch sie vergegenwärtigten Sehdinges. Blickt man nämlich mit seitlich geneigtem Kopfe nach dem objektiv vertikal stehenden Draht unter Ausschluß des Anblicks der Umgebung, so ist es außer aller

Frage, daß das Sehding geneigt ist. Läßt man den Anblick der Umgebung zu, so ist es wiederum außer aller Frage, daß das Sehding für vertikal genommen wird. Das könnte nun aber auf zweierlei Weise zustande kommen: Entweder hat das Sehding gegenüber dem andern Falle tatsächlich seine Lage verändert; oder aber es hat seine Lage beibehalten, und dieselbe Lage, die früher, im andern Falle, für schief genommen worden ist, wird nun als vertikal beurteilt.

Wir sind hiemit an der Hauptfrage angelangt, einem großen und wichtigen Problem von allgemeinster Bedeutung für die ganze Psychologie, einem immer noch offenen Problem, trotz der verschiedenen zuversichtlichen Antworten, die schon darauf gegeben worden sind.

Die typischen Antworten decken sich mit den beiden Gliedern der eben vorgelegten Disjunktion; nur gehen beide in der Regel noch um einiges weiter. Die Meinung, die darauf basiert, daß das Sehding im einen Falle tatsächlich eine andere Lage hat als im andern, kleidet dies sofort in die Behauptung, daß die Empfindung in beiden Fällen verschieden ist. Die andere Meinung, die für beide Fälle gleiche Lage des Sehdinges voraussetzt, bezieht dies selbstverständlich auch auf Gleichheit der Empfindung, sie fügt aber auch noch eine Erklärung hinzu, wie es denn kommt, daß eine in der Wahrnehmungsvorstellung schief wiedergegebene Gerade im Urteil für vertikal gehalten wird: Wir wissen, daß die übrigen im Gesichtsfeld erscheinenden Geraden, die mit der zu bestimmenden Geraden parallel erscheinen, vertikal sind, wir übersehen daher, daß sie uns subjektiv tatsächlich schief erscheinen und halten uns nur an unser Wissen über die wirklichen Lagen,

demzufolge wir sie sowohl als dann natürlich auch die zu bestimmende Gerade als vertikal nehmen müssen. Die erste der beiden Meinungen entspricht unserem Typus C des Einflusses der Erfahrung, die zweite in der Hauptsache dem Typus AB.

Jede der beiden Meinungen hat ihr Für und Wider. Die Auffassung nach C mag zu ihren Gunsten geltend machen, daß sie die Tatsache so nimmt, wie sie sich uns unmittelbar, ohne Analyse, ohne Interpretation, auf den direkten Augenschein hin darbietet. Sie entgeht damit, wie ihr ohne weiteres zugestanden werden muß, der Gefahr, in die Tatsache etwas hineinzulegen, was nicht in ihr enthalten ist. Sie übersieht jedoch die oft bestätigte Möglichkeit, daß die unmittelbare Meinung über die Beschaffenheit der eigenen psychischen Vorgänge und Gebilde manchesmal trügt und gerade auch bisweilen Komplikationen für Einfacheres zu nehmen verleitet; sie verzichtet somit von vornherein auf die immerhin von vornherein nicht von der Hand zu weisende Analyse. Zudem paßt es zu allem, was wir ansonsten von der Natur der Empfindungen kennen, nicht sehr gut, daß sie sich in ihrer Beschaffenheit durch bloßes, wenn auch besseres entgegengesetztes Wissen sollten gar zu leicht modifizieren lassen — wenn auch die eventuelle Möglichkeit, in besonderen Fällen sogar auch Tatsächlichkeit nicht ohne weiteres abzulehnen ist.

Für die Auffassung nach AB fällt nicht nur alles in die Wagschale, was gegen C zu sagen war; es kommt ihr noch eine andere höchst allgemeine Erfahrung zugute. Unser Interesse ist von Natur aus den wirklichen Gegenständen zugewendet, und es erfordert einen gewissen Zwang und unter Umständen auch Mühe, ja es gelingt durchaus nicht überall, die Aufmerksamkeit den psychischen Gebilden, mittelst

welcher wir die wirklichen Gegenstände erfassen oder zu erfassen meinen, zuzuwenden. Darum kennen wir auch viel früher und besser die Beschaffenheiten der Dinge als die der entsprechenden Vorstellungen, und die Beschaffenheitsurteile über jene drängen sich viel eher und stärker auf als die über diese. Das Wissen von der wirklichen Beschaffenheit beeinträchtigt und behindert daher vielfach die Erkenntnis der Erscheinung und drängt sich irrtümlich selbst dann noch vor, wenn auch der prinzipielle Gegensatz, der zwischen ihnen liegt, schon erkannt ist. Wir finden dies bestätigt in all den zahllosen Fällen, wo es sich um bildliche Wiedergabe der natürlichen Erscheinung handelt, von den Kinderzeichnungen mit ihrem völligen Mangel an Perspektive, von den altägyptischen Reliefs mit ihrer ganz unmöglichen Perspektive angefangen bis herauf zum Streit mit der Freilichtmalerei und anderem. Überall findet man das naive Urteil über die Beschaffenheit der Erscheinung als solcher, obwohl sie zweifellos vorhanden und zweifellos verschieden ist von der des wirklichen Gegenstandes, gehemmt, gehindert und gefälscht vom Wissen über die Wirklichkeit, so daß das schauende Subjekt für das im eigenen Innern vorhandene geistige Bild oft gleichsam blind erscheint. Man kann es lernen, sich von der Tyrannei der Außenurteile zu emanzipieren, im einen Falle leicht, im andern schwer. Vielleicht ist auch der Fall, von dem wir sprechen, ein solcher besonders zäher, schwer zu überwindender; vielleicht verdrängt auch hier das festgewurzelte Urteil über die Wirklichkeit die unbefangene Anschauung der Erscheinung — die Analogie dazu ist allzu treffend. Und wenn man sich den Fall in diesem Sinne überlegt, sodann aufs neue den Versuch probiert und sich daraufhin eindringlich die Frage vorlegt, ob man die

Mauerkante, den Thürstock usw. auch wirklich vertikal sieht, ob sie auch wirklich vertikal erscheinen — man wird zum mindesten einige Minderung der früheren Sicherheit verspüren. So legen es derartige Gedanken wieder nahe, in unserem Falle nur eine „Urteilstäuschung" anzunehmen. Doch könnte dann der unmittelbare Aspekt des Falles so klar und einfach sein, und so gar nichts von aller Komplikation, wie sie die Urteilstäuschung doch bedingte, zu erkennen geben?

Die Alternative ist unseres Erachtens durch rein introspektive Analyse nicht zu entscheiden, sie wird experimenteller Beihilfe bedürfen. Und vielleicht stellt sich dabei heraus, daß sie noch gar nicht auf vollständiger Disjunktion beruht. Die eine der beiden Auffassungen geht davon aus, daß das Sehding im einen und im andern Fall verschiedene Lage hat und nimmt dies unmittelbar äquivalent mit der Behauptung, daß die Empfindung da und dort eine andere ist. Ist es nun aber wirklich ausgemacht, daß zwischen Empfindung und schließlicher Wahrnehmungsvorstellung im vorliegenden Falle ein modifizierender Prozeß nicht statthat? Die andere Auffassung hält an der Gleichheit der Empfindung fest und meint deshalb die Annahme der Urteilstäuschung machen zu müssen. Muß sie es aber wirklich? Oder könnte nicht vielleicht in der besonderen, noch keineswegs vollständig ergründeten Natur vom Wesen und Begriff des „Vertikalen" des Rätsels Schlüssel liegen? Wir glauben, nach dem heutigen Stande unseres Wissens muß auch mit diesen beiden Möglichkeiten gerechnet werden. —

Bei unbefangenem Anblick der Figur 42 sehen wir viel eher ein rechtwinkliges, gleichschenkliges

Kreuz, dessen Ebene sich längs des einen Balkens in die Tiefe erstreckt, als die Gestalt, die wirklich vorliegt, nämlich ein schiefwinkliges Kreuz mit ungleich langen Schenkeln, dessen Ebene mit der Papierebene zusammenfällt. Desgleichen sehen wir

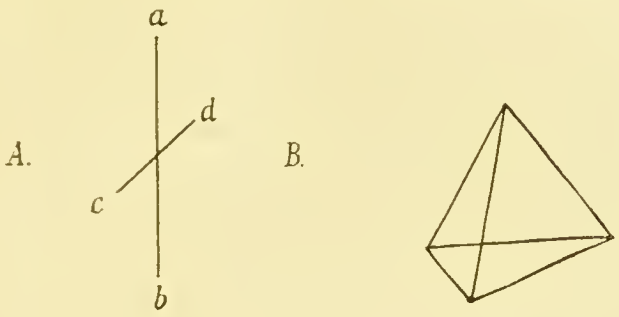

Fig. 42. Fig. 43.

in Figur 43 viel eher eine dreiseitige Pyramide als das, was wirklich da ist, ein Trapez mit seinen Diagonalen.

Analoge Beispiele ließen sich häufen. Sie zeigten immer wieder ein und dasselbe. Die ganze Kunst der zeichnerischen Darstellung des Dreidimensionalen beruht darauf; es ist die plastische Wirkung der Perspektive, um was es sich uns nun handelt.

Zwei Fragen sind es, die wir in dieser Sache zuerst zu schlichten haben: Worin besteht das psychische Gebilde, vermittelst dessen wir beim Anblick der vorgelegten und ähnlicher Figuren plastische Gestalten sehen? Was wird dabei an psychischen Gebilden in unserem Bewußtsein aktuell? Das die eine; und die andere: Wie kommt es, daß wir gewöhnlich nicht einfach das, was wirklich da ist, sehen, sondern etwas anderes, ein Dreidimensionales? Was ist die Ursache davon?

Wir wollen uns zur Behandlung der ersten Frage

an die vorgelegten Figuren halten. Die Antwort kann nun fürs erste nicht anders ausfallen, als daß wir beim Anblicke von Figur 42 die „anschauliche Vorstellung" eines rechtwinkligen, wenigstens annähernd gleichschenkligen Kreuzes haben, dessen Ebene, wenn wir das Papierblatt vertikal vor uns halten, vertikal und in einem spitzen Winkel zur Medianebene liegt. Daß diese anschauliche Vorstellung dabei im Bewußtsein vorhanden ist, kann keinem Zweifel unterliegen. Wir können aber mit dieser Feststellung noch nicht zufrieden sein. Es ist in gleichem Grade außer Zweifel, daß auch die Wahrnehmungsvorstellung des Papierblattes „vorhanden" ist, und daß sie das Papierblatt annähernd richtig lokalisiert. Zudem haben wir auch das Wissen, daß das Kreuz nicht wirklich schief zur Ebene des Papiers liegt, sondern in der Ebene des Papiers, ebenso daß es nicht rechtwinklig, sondern schiefwinklig ist, daß sein Querbalken nicht horizontal, sondern schief liegt und kürzer ist als der vertikale; und wenn wir wollen, so können wir das Kreuz auch tatsächlich so sehen, also die entsprechende (anschauliche) Wahrnehmungsvorstellung von ihm erhalten. Aber da stoßen wir auch schon auf den kritischen Punkt. Wie ist es möglich, daß dasselbe Kreuz, etwa gar zugleich, als recht- und schiefwinklig, als gleich- und ungleichschenklig, als so und anders liegend aufgefaßt wird? Das sind doch Widersprüche, die an einem und demselben Objekt nicht realisiert, und nicht zugleich gedacht werden können. So ist nun aber die Sache auch nicht gemeint. Wir sagen nicht, daß wir das Kreuz zugleich als ein rechtwinkliges und als ein schiefwinkliges wahrnehmen. Wahrnehmen ist im wesentlichen ein Urteilen, d. h. ein Glauben, Überzeugtsein, und wir können selbstverständlich von einem und demselben

Kreuz, das wir vor uns haben, nicht zugleich überzeugt sein, daß es schief- und daß es rechtwinklig ist. Wir sagen so: Wir fassen das Kreuz als ein rechtwinkliges auf und wissen aber, daß es in Wirklichkeit schiefwinklig ist. Dabei ist von dispositionellem Wissen die Rede, d. h. wir meinen nicht, daß das entsprechende aktuelle Urteil selbst im Bewußtsein vorhanden sei, sondern nur, daß die Disposition, die Möglichkeit, es auszulösen, jederzeit vorliegt und unter gegebenen Umständen vorübergehend auch wirklich zum entsprechenden aktuellen Urteil führt; und ferner verstehen wir darunter, daß wir das Kreuz als rechtwinklig „auffassen", wiederum nicht, daß wir es als rechtwinklig beurteilen, sondern nur, daß wir es als rechtwinklig „vorstellen", fingieren, korrekt ausgedrückt, daß wir die Annahme[9] haben, es sei rechtwinklig. Die Annahme ist aber mit dem gegenteiligen Urteil nicht unverträglich im Bewußtsein. — Urteil und Annahme bedürfen nun aber zu ihrer Aktualisierung des entsprechenden Bestandes an Vorstellungen, und von diesem Vorstellungsbestande hängt ja im wesentlichen der Ausfall der sich anknüpfenden Urteile ab. Wir haben die vorhandenen Vorstellungen im großen ganzen bereits charakterisiert. Doch auch diese Charakteristik bedarf noch wesentlicher Ergänzungen. Wir haben gesagt, zwei Vorstellungen — dieser Terminus wie oben so auch hier zunächst in seiner allgemeinsten Bedeutung genommen — seien im Bewußtsein vorhanden: Die Vorstellung des rechtwinkligen und die Vorstellung des schiefwinkligen Kreuzes, beides anschauliche Vorstellungen. Nun kommt hier ein ähnlicher Gesichtspunkt zur Geltung, wie zuvor bei der Besprechung der zugehörigen Urteilstatbestände. Mit denselben Bestandteilen kann nicht zugleich ein rechtwinkliges

und ein schiefwinkliges Kreuz vorgestellt werden. Wenn wir recht haben, beide Vorstellungen im Bewußtsein vorzufinden, so sind sie entweder tatsächlich nicht gleichzeitig darin vorhanden, oder sie bauen sich nicht aus Teilvorstellungen derselben Bestandstücke auf, oder — weder das eine noch das andere ist der Fall. Dies letzte entspricht nun auch den Tatsachen. Die Sache verhält sich nämlich so. Es bleibt dabei, daß sich beim Anblick der Figur in der Regel zuerst und unwillkürlich die anschauliche Vorstellung des rechtwinkligen Kreuzes einstellt. Die Vorstellung des schiefwinkligen Kreuzes ist gleichsam nur potentiell vorhanden, und es kostet eine gewisse psychische Arbeit, sie aktuell in das Bewußtsein treten zu lassen, eine psychische Arbeit, die unter Umständen gar nicht gering ist und nicht jederzeit ohne weiteres gelingt. Wenn wir sagen, die Vorstellung ist potentiell vorhanden, so soll das heißen, es sind die Vorstellungen der Hauptbestandstücke oder Hauptmerkmale ihres Gegenstandes vorhanden, aber dieselben sind nicht zur Komplexvorstellung eben dieses Gegenstandes zusammengefügt, teilweise sogar von der Aufmerksamkeit vernachlässigt, beiseite geschoben. Die Vorstellung des vertikalen Balkens ist in Wahrnehmungsvorstellung gegeben; dasselbe gilt vom schiefen Balken. Gleichzeitig ist aber auch die — gleichviel auf welchem Wege zustande kommende, wohl teilweise auf Empfindung, teilweise auf erfahrungsmäßigen Beihilfen beruhende — Vorstellung der bestimmten Tiefenlage des Blattes Papier, auf welchem die Figur gezeichnet ist, und damit der beiden Kreuzbalken selbst gegeben. Diese drei Teilvorstellungen sind nun aber nicht zur komplexen Vorstellung des in der Ebene des Papieres gelegenen schiefwinkligen Kreuzes zusammengefaßt. Und zwar dies wenigstens teilweise schon deshalb

nicht, weil die Vorstellung der bestimmten Tiefenlage des Blattes und damit auch der der Kreuzbalken gänzlich hinausgerückt ist aus dem Kreise der Vorstellungen beachteter Gegenstände, anders ausgedrückt, weil die Aufmerksamkeit von ihr völlig abgewendet ist; aus diesem Grunde mögen auch die erfahrungsmäßigen Beihilfen, die zu den empfindungsmäßigen Grundlagen dieser Vorstellung hinzukommen dürften, dabei mehr oder weniger zurückbleiben. — An ihre Stelle tritt nun aber die reproduzierte Vorstellung anderer Tiefenlagen, oder wenigstens anderer Tiefenverhältnisse; vielleicht eine reproduktive Aktualisierung der — wenn diese Auffassung die richtige ist — auf Querdisparation beruhenden „Tiefenverschiedenheitsempfindung". Denn wir stellen uns beim Anblick der Figur die beiden Enden des queren Balkens nicht in der gleichen, sondern in verschiedener Tiefenlage befindlich vor, das eine Ende in größerer Entfernung als das andere. Diese lebhaft reproduzierte Tiefenvorstellung verbindet sich mit der Wahrnehmungsvorstellung des Querbalkens und verdrängt gleichsam die dieser ursprünglich anhangende, zwar im Kern auf Empfindung beruhende, aber doch nicht besonders widerstandskräftige andere Vorstellung der gleichen Tiefenlage beider Querbalkenenden. Die Wahrnehmungsvorstellungen der beiden Kreuzbalken in geeigneter Zusammenfassung mit der reproduzierten Tiefenvorstellung ergibt dann mit aller nur wünschenswerten Sicherheit die anschauliche Vorstellung des zur Medianebene schiefstehenden vertikalen rechtwinkligen Kreuzes. Wenn wir es aber darauf anlegen, das schiefwinklige Kreuz zu sehen, so können wir dies unter günstigen Umständen auch erreichen. Wir müssen nur die unwillkürliche Reproduktion der Tiefenverschiedenheit möglichst zu

unterdrücken trachten und alles, was wir durch Empfindung, als unmittelbare Wahrnehmungsvorstellung von der Figur erhalten, mit Absicht in den Vordergrund der Aufmerksamkeit drängen. Dann sehen wir die Figur auf einmal flach und damit notwendig auch schiefwinklig.

Die erste der beiden Fragen wäre damit erledigt. Es könnten jedoch noch folgende zwei Nebenbemerkungen eingeschaltet werden.

Erstens: Wir sagten, man fasse das an sich schiefwinklige Kreuz als rechtwinklig auf, man sehe ohne weiteres einen rechten Winkel, und man wird zugeben müssen, daß dieser Ausdruck den Tatsachen entspricht. Aber wie ist das möglich oder wie ist es zu verstehen, wenn wir anschaulich ja doch nur einen spitzen Winkel gegeben haben, sei es als spitzen Winkel an sich, sei es als rechten Winkel in perspektivischer Verzerrung? Was heißt das, wir sehen einen rechten Winkel in perspektivischer Verzerrung spitz? Die nächstliegende Antwort wäre wohl die, daß wir anschaulich tatsächlich nur den spitzen Winkel gegeben haben, daß wir aber dabei wissen (annehmen), es mit einem (infolge der Perspektive verzerrten) rechten Winkel zu tun zu haben; wir erfaßten den rechten Winkel dabei nur unanschaulich, durch „abstraktes Wissen", und zwischen der anschaulichen Vorstellung des spitzen Winkels und dem rechten Winkel bestünde das von der Erkenntnistheorie eben jetzt erörterte Verhältnis des „Meinens" oder des „Bedeutens", vermöge dessen wir mittelst der direkten Vorstellung des einen Gegenstandes einen andern erfassen.[10] — Aber so abstrakt und indirekt scheint die Sache doch keineswegs zu liegen, und noch weniger ist sie durch die oft versuchte Annahme zu klären, daß durch den Anblick des spitzen Winkels die an-

schauliche Vorstellung eines senkrecht auf seine Ebene gesehenen rechten Winkels assoziiert würde. Die Sache dürfte vielmehr folgendermaßen zu deuten sein. Indem die beiden Enden des Querbalkens durch die damit in Verbindung gebrachten reproduktiven Tiefenvorstellungen in verschiedene Tiefenlagen verlegt, in verschiedener Tiefe vorgestellt, und zwar anschaulich vorgestellt werden, so erhalten wir ohnedies eine anschauliche Vorstellung, die von der anschaulichen Vorstellung des frontal-parallel gelegenen spitzen Winkels verschieden ist und keinem andern Gegenstande zugehören kann als einem schiefstehenden rechten Winkel. Wir haben es also tatsächlich mit einer dem rechten Winkel durchaus adäquaten anschaulichen Vorstellung zu tun, allerdings nur mit einer von vielen solchen Vorstellungen, und das Problem ist kein anderes als die viel allgemeinere, auch sonst überall zur Geltung kommende Frage, wie es zu verstehen ist, daß man mit ganz verschiedenen anschaulichen Vorstellungen einen und denselben transzendenten Gegenstand zu fassen, zu treffen meinen kann. Die Lösung dieser Frage greift aber über den Rahmen der Psychologie der Raumwahrnehmung weit hinaus.

Die zweite Bemerkung, die wir noch einzuschalten haben, wird nur zur Vorsicht hergesetzt. Wir haben gesagt, die verschiedenen Tiefenlagen der beiden Enden des Querbalkens gelangen nur in reproduktiver Vorstellung zur psychischen Vergegenwärtigung. Ein Anhänger der Fassung C des Einflusses der Erfahrung wird dabei geneigt sein, so viel an dem Erfassen der Tiefenlagen der Empfindung zukommt, auch hier nicht bloßer Reproduktion, sondern — wenn auch nur subjektiv verursachter — direkter, eigentlicher Empfindung zuzuschreiben, und somit auch die Vor-

stellung des rechtwinkligen Kreuzes in gleichem Maße aus Empfindungselementen zusammengesetzt sein zu lassen, wie die des schiefwinkligen Kreuzes, wenn diese zustande kommt. — Dazu ist nur zu sagen, daß wir einen zwingenden Grund gegen die Interpretation des Falles nach Fassung C hier derzeit ebensowenig beizubringen haben wie in den früheren Fällen. Es kann jedoch darauf hingewiesen werden, daß, wie man sich leicht überzeugt, die Schwierigkeiten der gegenteiligen Auffassungen hier geringer sind. Es kommen außerdem noch andere Gesichtspunkte hinzu, die diesen Fall für Fassung C noch schwieriger gestalten. Die „Empfindung" der wirklichen bestimmten Tiefenlage des Blattes, auf welchem die Figur gezeichnet ist, bleibt, auch während man das Kreuz als rechtwinklig vorstellt, unzweifelhaft bestehen und wird nur von der Aufmerksamkeit vernachlässigt; ist es nun nicht bedenklich, anzunehmen, daß wir von einer und derselben Sache zu gleicher Zeit zwei einander widersprechende Empfindungen haben sollen? Und ferner: Der ganze Aspekt des Falles ist doch deutlich so, daß man die Vorstellung des rechtwinkligen und die des schiefwinkligen Kreuzes nicht als einander psychologisch völlig gleichgeartet nehmen kann. Es ist nicht die eine von ihnen gerade so gut wie die andere eine Wahrnehmungsvorstellung und in gleichem Maße aus Empfindungen aufgebaut; die Vorstellung des schiefwinkligen Kreuzes weist doch in höherem Maße den (Wahrnehmungs-)Empfindungscharakter auf als die des rechtwinkligen, und diese wiederum nimmt sich bei weitem mehr als Phantasiegebilde aus. Indessen, es sei nochmals wiederholt, eine zwingende Entscheidung ist dermalen nicht zu treffen; und da es sich der Fassung C um Empfindungen handelt, die sich als solche nur ihrem psychischen Aspekt

nach qualifizieren, ihren Ursprung aber in subjektiven, zentralen Anregungen haben, so ist eine völlig sichere Entscheidung auch von den bisher vorliegenden psycho-pathologischen Erfahrungen[11] nicht zu gewinnen, in denen Störungen, ja auch vollständiges Versagen der Fähigkeit, perspektivisch Dargestelltes zu verstehen und plastisch aufzufassen, beobachtet worden ist. —

Wir haben uns nunmehr der zweiten Frage zuzuwenden: Wie kommt es, daß sich beim Anblick der Figur 42 oder ähnlicher perspektivischer Darstellungen von dreidimensionalen Gebilden unwillkürlich die anschauliche Vorstellung eben dieses dreidimensionalen Gebildes einzustellen pflegt und nicht die des wirklich vorhandenen zweidimensionalen? Man sollte doch glauben, daß das durch bloße Wahrnehmung ohne weitere Beihilfe des Subjektes sich Darbietende leichter zur Vorstellung gelangen müßte, als was außerdem noch aktiver — reproduktiver — Mitwirkung des Subjektes bedarf.

Es wird darauf im allgemeinen wohl keine andere Antwort geben, als daß die Assoziationen, die die Vorstellungen der plastischen Gebilde ergeben, eben geläufiger sind als die Prozesse, die zu der der wirklich vorliegenden Figur adäquaten Wahrnehmungsvorstellung führen. Man möchte freilich denken, daß doch wohl nichts geläufiger sein könnte als gerade diese Prozesse, und daß es überdies in dem speziell hier vorliegenden Falle für den zu erklärenden Enderfolg nicht wesentlich sein kann, wenn es die fraglichen Prozesse an Geläufigkeit wirklich sollten fehlen lassen; denn die Prozesse, um die es sich dabei handelt, sind doch Empfindungen, und eben diese Empfindungen sind es auch, von denen aus die sich durchsetzende Vorstellung des plastischen Gegen-

standes zur Anregung gelangt, die also dennoch da sein müssen, wenn diese letztere Vorstellung möglich werden soll. Aber das wäre Irrtum. Gerade der vorliegende Fall ist wiederum ein deutliches Zeugnis dafür, daß mit der bloßen Summe der Empfindungen die Wahrnehmungsvorstellung der Gestalt noch nicht gegeben ist. Es muß noch mindestens der Produktionsprozeß, der Prozeß des Zusammenfassens hinzukommen. Und das ist der Prozeß, der wegen der größeren Geläufigkeit entgegenstehender Prozesse in dem in Rede stehenden Falle ausbleibt. All die Empfindungen, die zu der anschaulichen Vorstellung des schiefwinkligen Kreuzes gehören, sind vorhanden, kurz aufgeführt die Empfindungen von den Raumdaten des vertikalen, des schiefen Schenkels einschließlich der eventuellen Empfindungen ihrer Tiefenlagen. Aber bevor noch diese Empfindungen zu der entsprechenden Gestaltvorstellung zusammengeschlossen werden, ist schon die Assoziation der Vorstellungen von Tiefenlagen rege, die dem rechtwinkligen Kreuze eigen sind, und unter einem läuft auch schon der Produktionsprozeß des Zusammenfassens dieser reproduzierten Vorstellungen mit den geeigneten Empfindungen ab und die anschauliche Vorstellung des rechtwinkligen Kreuzes ist schon da. Daß sie also der adäquaten Wahrnehmungsvorstellung zuvorkommt, erklärt sich demnach tatsächlich, wie gesagt, daraus, daß die zu ihr führenden Prozesse die geläufigeren sind; die an ihr beteiligte Reproduktion und Gestaltproduktion läuft rascher oder leichter ab als die Gestaltproduktion zu jener. Die Ursache davon wird man natürlichst darin sehen, daß unsere Übung mehr nach dem einen als nach dem andern Sinn tendiert, mit anderen Worten, daß wir eben weit häufiger rechtwinklige als schiefwink-

lige Kreuze zu sehen bekommen, die Vorstellung von jenen also und die dazugehörigen Prozesse sich in höherer Bereitschaft befinden als die von diesen.

Daß es — wenigstens zum Teil — auf den Bereitschaftsgrad des Produktionsprozesses der Gestaltvorstellung ankommt, kann man an geeigneten Figuren im eigenen Erlebnis deutlich selbst verspüren. Schon Figur 43 läßt sich dazu verwenden. Die erste, unwillkürliche Reaktion beim Anblick der Figur ist die anschauliche Vorstellung eines dreiseitigen Prismas. Will man die Vorstellung dessen, was wirklich da ist, zur Geltung kommen lassen und die Figur als ebenes Trapez mit seinen Diagonalen sehen, so muß man die Geraden, aus denen sie besteht, in anderer Anordnung zusammenfassen, nämlich nicht zu vier Dreiecken, sondern zu einem Viereck und einem Kreuz in diesem, eine Gestaltbildung, die am gegebenen Linienkollektiv, anfänglich wenigstens, ganz deutlich schwer zu fallen pflegt. Noch handgreiflicher kann man dies an der auch sonst bekannten und bemerkenswerten Figur 44, dem sogenannten Neckerschen Würfel, beobachten. Der plastische Würfel steht auf den ersten Anblick vor den Augen da. Dagegen die Gestalt zu bilden und zu erfassen, die die Geraden in der Ebene tatsächlich ausmachen, fällt ungemein schwer. Nicht daß es so schwer wäre, die Wahrnehmungsvorstellung der Zeichenebene, in der die Geraden alle liegen, festzuhalten; wiewohl die Vorstellungen der Tiefenunterschiede, die dem Würfel zugehören, störend dazwischenzutreten stets in Bereitschaft sind. Aber wenn auch die Zeichenebene in der Vorstellung deutlich und ungestört in Geltung bleibt, die einzelnen Geraden zu einem sinnvollen Ganzen zusammenzufassen, daß sie eine einheitliche ebene Gestalt abgeben, das kostet, zum mindesten das

erstemal, nicht unbeträchtliche Anstrengung und gelingt nur schwer; in Figur 44b noch schwerer als in 44a. Solange es aber nicht gelingt und statt der einheitlichen übersichtlichen Gestalt nur sinnlose, schwankende Fragmente da und dort auftauchen und

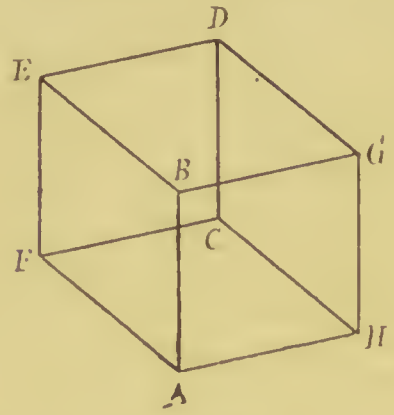

Fig. 44a.

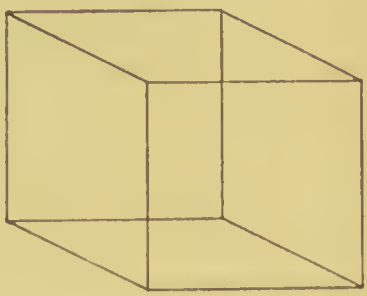

Fig. 44b.

verschwinden, kann diese Art der Auffassung dem Vordrängen der andern, in sich geschlossenen plastischen nicht widerstehen. Dagegen läßt Figur 45,

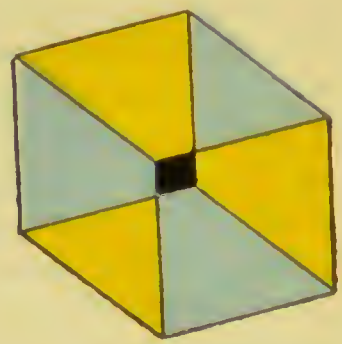

Fig. 45.

der Linienführung nach nichts anderes als 44a, die ebene Gestalt leichter zur Vorstellung gelangen, unter Umständen auch leichter als den Körper; und dies liegt nur daran, daß durch die Farbengebung der Produktionsprozeß in jenem Sinn gefördert wird, nicht etwa daran, daß die Reproduktion der verschiedenen

Tiefenvorstellungen bei dieser Ausstattung der Zeichnung schwerer wäre. —

Wie gut man relativ die Reproduktion der Vorstellung von Tiefenlagen und Tiefenunterschieden beherrscht, das zeigt sich auch in einer anderen, gar viel berufenen Erscheinung; wir glauben wenigstens, daß man vorläufig keine Anhaltspunkte hat, sie anders als in dieser Weise zu erklären. Es ist die sogenannte Invertierbarkeit der perspektivischen Figuren, was wir meinen. Fixiert man beispielsweise den in der Ebene des Papiers zu unterst liegenden Eckpunkt A von Figur 44a, doch so, daß die angrenzenden Konturen, am besten jedoch ein möglichst großer Teil der ganzen Figur, noch im Bereich der Aufmerksamkeit bleiben, so fällt es meistens leicht, die Vorstellung dieses Eckpunktes abwechselnd mit der anschaulichen Vorstellung des im Vergleich zum Punkte C Näher- oder des Fernerliegens zu verbinden. Mit diesem absichtlich herbeigeführten Wechsel vollzieht sich meistens gleichzeitig und unwillkürlich eine entsprechende scheinbare Umlagerung der übrigen Eckpunkte und Konturen so, daß die Gestalt des Würfels wohl erhalten bleibt und nur die Lagerung desselben — Draufsicht von oben auf die Seitenfläche EBGD mit Ansicht von unten auf Seitenfläche AHCF — wechselt. Wir sagen „meistens", weil mitunter auch der instruktive Fall zur Beobachtung kommt, daß diese unwillkürliche Umlagerung ausbleibt oder sich nur auf einen Teil der übrigen Figur erstreckt, wobei dann notwendig ein räumliches Gebilde zur Vorstellung gelangt, das, in sich unmöglich, jeglicher Übertragung in den wirklichen Raum spottet. Daß aber — wovon man sich wohl überzeugen kann — die Umkehrung gelingt, auch wenn man streng die Fixation des einen Eckpunktes festhält, das ist ein

deutlicher Beweis dafür, daß nicht die Lage des Fixationspunktes und auch nicht Augenbewegungen von irgendwelcher Art das Relief in unserer Vorstellung bestimmen.[12] Sie können allerdings die Tätigkeit der Reproduktion der Tiefenvorstellung erleichtern und unterstützen, jedoch auf keinen Fall ersetzen, noch auch erzwingen; das Wesentliche an der Sache bleibt die subjektive Tätigkeit des Wechsels in der reproduzierten Vorstellung der Tiefenlage. Denn auch was sonst noch etwa an physiologischen Prozessen am peripherischen Organ als mit der Inversion vielleicht zusammenfallend beobachtet worden ist — am ehesten eine schwache Änderung des Akkommodations-

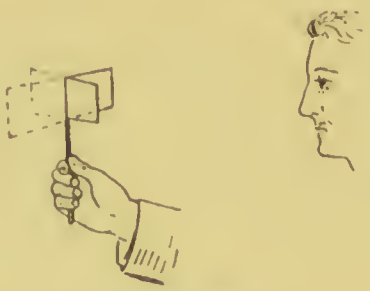

Fig. 46.

zustandes —[13], reicht ganz und gar nicht aus zu einer einleuchtenden vollständigen Erklärung. —

Zur dargelegten Auffassung der vorbesprochenen Tatsachen stimmt es, daß sie sich auch an wirklich dreidimensionalen Gebilden beobachten lassen; natürlich um so deutlicher und leichter, je weniger energisch ihre Tiefenverhältnisse in der Wahrnehmungsvorstellung zur Geltung kommen, je weniger jeweils die Empfindung für das Erfassen der relativen Tiefen des Objekts zu leisten vermag. Das Aufsuchen der vielerlei Nebenbedingungen, die in solchen Fällen das Invertieren begünstigen, ist eine ausgedehnte Aufgabe für sich. Sehr schön ist folgender hiehergehöriger Versuch[14]: „Betrachtet man, wie Figur 46[15] zeigt, ein

auf einem in ruhender Hand gehaltenen Stab befestigtes rechtwinkeliges geknicktes Objektblatt, dessen konkave Seite ohne einfallenden Schlagschatten nach dem Beobachter gewendet ist, so erscheint, indem man einen Punkt der Knickkante monokular fixiert, das entsprechende Trugblatt (Sehding) geknickt mit der konvexen Seite nach dem Beobachter gewendet in der gestrichelt gezeichneten Lage und in veränderter Gestalt. Die beiden von dem Beobachter weggewendeten Kanten des Trugblattes erscheinen vergrößert, und die beiden andern Kantenpaare an demselben erscheinen nach dem Beobachter hin konvergent. Einer Neigung des Stabes, durch welche das geknickte Objektblatt nach dem Beobachter hingeneigt oder von ihm weggeneigt wird, entspricht eine entgegengesetzte Neigung der Knickkante des geknickten Trugblattes . . ." Wir bemerken hiezu nur, daß der geschilderte Effekt unter den angegebenen Bedingungen durchaus nicht eintreten muß, sondern daß das Objektblatt auch ohne weiteres in seinen wirklichen Tiefenverhältnissen erscheinen, ja daß der Beobachter geradeso wie in den oben dargestellten Fällen auch hier zwischen den beiden Sehdingen nach Willkür wechseln kann. Im Grundprinzip sind ja auch beide Gruppen von Beobachtungen ganz identisch. Nur kommen hier noch einige ganz merkwürdige Erscheinungen in den scheinbaren Beleuchtungsverhältnissen hinzu, die, wie wir nicht verhehlen wollen, vielleicht geeignet sind, die theoretische Behandlung dieser Dinge gegen die Fassung C des Erfahrungseinflusses hinzudrängen.[16] —

Der dritte der drei typischen Fälle, die wir ausgewählt haben, um an ihnen den Anteil der sogenannten Erfahrung an der durch Perspektive beeinflußten Raumwahrnehmung zu erörtern, läßt sich am besten in folgenden Versuch einkleiden.

Die Versuchsperson nimmt in deutlicher Sehweite vor einer zu ihrer Medianebene senkrecht stehenden vertikalen weißen Tafel Platz, auf der ein aufrechtes rechtwinkliges Kreuz in großen, auffallenden Strichen eingezeichnet ist. Eine geeignete Stütze sorgt für ausreichende Unbeweglichkeit des Kopfes. In dieser Situation fixiert die Versuchsperson den Kreuzungspunkt der beiden Kreuzschenkel genügend lange, um sich ein deutlich sichtbares Nachbild zu erzeugen. Dann wird die Tafel mit dem Kreuze rasch durch eine andere, hellgraue Tafel ersetzt, die statt des Kreuzes nur eine Fixationsmarke an der Stelle des Kreuzmittelpunktes trägt. Die Versuchsperson hat nunmehr diese Marke zu fixieren, und sieht dabei normalerweise das Nachbild in der grauen Tafel liegen; man sagt, sie „projiziert" das Nachbild auf die Tafel.

Diese Tafel ist nun aber um den Fixationspunkt frei drehbar eingerichtet, und wenn man solche Drehungen ausführt, so beobachtet man leicht und deutlich, daß das Nachbild je nach der Lage der Projektionsfläche verschiedene räumliche Gestalt annimmt.

Die Rechtwinkligkeit des Nachbildkreuzes bleibt zunächst noch gewahrt, wenn die Projektionstafel um die vertikale oder um die in ihr selbst liegende horizontale Achse gedreht worden ist. Doch erfährt dabei immer der auf der jeweiligen Drehungsachse senkrecht stehende Kreuzarm eine scheinbare Verlängerung.

War jedoch die Drehung um eine schiefe Achse erfolgt, oder um die horizontale und die vertikale Achse zugleich, wobei es im großen ganzen, von den quantitativen Verhältnissen abgesehen, einerlei ist, ob um die ursprünglich vertikale Achse selbst oder um die durch die Drehung um die horizontale mitgenommene, sonach dann schiefe ursprünglich vertikale Achse, so erscheint das auf die in der resul-

tierenden Lage befindliche graue Tafel projizierte Nachbild nicht nur im gegenseitigen Verhältnis der Armlängen, sondern auch in seinem Winkel verändert, indem das Kreuz zu einem schiefwinkligen geworden ist; Lage und Größe des spitzen Winkels ist je nach der Art und dem Ausmaß der Drehung verschieden.[17]

Dieser einfache Versuch lehrt wiederum, daß die Reizung ein und derselben Netzhautstellenkomplexe in verschiedenen Fällen nicht zu den gleichen Wahrnehmungsvorstellungen zu führen braucht. Das Nachbild beruht selbstverständlich auf der Funktion derselben Netzhautstellen wie die Wahrnehmungsvorstellung des Vorbildes. Dennoch sehen wir hier ein rechtwinkliges, aufrechtes, dort unter Umständen ein schiefwinkliges schiefes Kreuz.

Fragen wir nach dem maßgebenden Momente, von dem es abhängt, ob die Reizung einer bestimmten Netzhautstellengruppe in einem gegebenen Falle zu einer so oder einer anders gearteten Raumwahrnehmungsvorstellung führt, so können wir zunächst mit dem Hinweis auf die Wahrnehmung der Lage der Projektionsebene antworten. In den bisher geschilderten Versuchen stehen der Versuchsperson alle die normalen sinnlichen Hilfsmittel zur Erkenntnis dieser Lage zur Verfügung. Schaltet man dagegen die Möglichkeit dieser Wahrnehmung aus, etwa in der Art, daß man die Versuchsperson durch ein Rohr von geeigneter Länge und Weite gegen die Projektionstafel blicken läßt, das bis auf einen kleinen mittleren Ausschnitt alles, was zur Erkennung ihrer räumlichen Lage dienlich ist, namentlich auch die Ränder der Tafel, dem Blick entzieht, so sieht das Nachbildkreuz ganz unabhängig von der Lage der Projektionsebene, falls sich das Subjekt sonst gleich verhält, stets gleich aus.

Nun muß es aber, wie entsprechende Versuche lehren, nicht unbedingt gerade eine Wahrnehmungsvorstellung der Lage der Projektionstafel sein — soweit es eben überhaupt Empfindungen der Tiefenlagen, auf die es ja hier hauptsächlich ankommt, gibt —; die bloß reproduzierte, die Phantasievorstellung leistet ganz dasselbe, und zwar begreiflicherweise um so besser, je anschaulicher und lebendiger diese Phantasievorstellung ist. Aber für den Erfolg kommt es nicht nur darauf an, daß die Lage der Projektionsebene in der Phantasie möglichst anschaulich werde, ein zweites Moment ist mindestens ebenso wichtig: das Nachbild (oder was eben sonst projiziert werden soll) muß auch wirklich in die phantasierte Ebene hineinprojiziert, d. h. die Vorstellung seiner einzelnen charakteristischen Punkte muß mit der Vorstellung der entsprechenden Tiefenlage verbunden werden. Die beiden Forderungen sind nicht immer in ausreichendem Maße erfüllt, und deshalb kommt es bisweilen vor, daß der Versuch mißlingt. Dann zeigt sich das projizierte Kreuz in seiner Gestalt von der Lage der phantasierten Ebene allerdings unabhängig; aber wenn man darauf achtet, so merkt man auch, daß es dann nicht in dieser Ebene, sondern entweder vor oder hinter ihr erscheint, wenn nicht gar die Ebene selbst nur mangelhaft vergegenwärtigt ist. Relativ gut gelingt der Versuch in seiner ältesten, von Volkmann[18] angegebenen Gestalt: Als Projektionsfläche für das Nachbild wird eine zur Medianebene senkrechte vertikale Ebene verwendet, auf der jedoch eine zu dieser Ebene schiefstehende Tafel (am besten von einem dem Beobachter geläufigen Aussehen) nach den Gesetzen der Perspektive dargestellt ist. (Siehe Fig. 47.) Stellt man die Zeichnung so auf, daß die Versuchsperson, um das Nachbild auf sie zu projizieren, ge-

nötigt ist, den Blick etwa um 30° zu erheben, so liegt die perspektivisch dargestellte Tafel zum Auge so, wie wenn sie bei geradeaus gerichtetem Auge nach links oben gewendet wäre. Das Nachbild eines an der wirklichen vertikalen Ebene befindlichen aufrechten, rechtwinkligen Kreuzes erscheint nun tatsächlich auf dieser Tafel schiefwinklig und geneigt. — Wir können noch eine zweite Anordnung des Versuches angeben, die zwar nicht unbeträchtlich höhere Anforderungen an die Beherrschung der Phantasie-

Fig. 47.

vorstellungen stellt, deshalb auch etwas öfter versagt, dafür aber um so interessanter ist, wenn sie gelingt. Wir entwerfen auf einer Wandtafel in gehöriger Größe die Figur 43; den Beobachter lassen wir ihr gegenüber Platz nehmen und durch ein kurzes Rohr blicken, das vorne mit einer wasserhellen Glasplatte abgeschlossen ist. Auf der Glasplatte befindet sich in geeigneter Farbe die ganz kleine Zeichnung eines aufrechten, rechtwinkligen Kreuzes. Da sich die Zeichnung viel zu nahe zum Auge befindet, als daß darauf akkommodiert werden könnte, so erscheint sie im Zerstreuungsbilde und kann, im Aussehen einem Schatten gleich, auf die Zeichnung projiziert werden. Sie leistet dann im wesentlichen dieselben Dienste wie das Nachbild, nur bequemer, weil beständiger.[19]

Richtet man nun die Sache so ein, daß sich das Schattenkreuz auf der Basis der dreiseitigen Pyramide projiziert, so kann man es dazu bringen, daß es in zweierlei verschiedener Lage und mit zweierlei verschiedenen Winkeln erscheint, je nachdem die Pyramide in der einen oder in der andern der beiden möglichen Auffassungen gesehen wird. In günstigen Fällen zeigt der Stamm des Kreuzes gleichzeitig mit der Umkehrung des Reliefs eine Scheinbewegung.

Der Versuch dürfte bereits an die Grenze dessen reichen, was durch Tiefenphantasievorstellung an perspektivischer Deformation des Sehdinges zu leisten ist. An eben dieser Grenze[20] liegt es auch, daß der an sich geradlinige Schatten, auf eine gebrochene Fläche projiziert, geknickt erscheint.

Daß das Wesentliche der Erscheinung tatsächlich auf der Projektion beruht, d. h. auf der Verbindung der einzelnen räumlichen Empfindung mit verschiedenen Tiefenvorstellungen, anders ausgedrückt, auf der Kombination derselben Sehstellen mit verschiedenen Tiefenmerkmalen, das findet auch in einem sehr einfachen Gegenversuch seine Bestätigung. Man zeichne ein rechtwinkliges Kreuz etwa auf eine Visitenkarte. Hält man die Karte in beliebiger Lage und geeigneter Entfernung vor die Augen, so sieht man normalerweise das Kreuz stets rechtwinklig. Normalerweise sieht man aber auch jederzeit, in welcher Lage sich das Blatt befindet. Richtet man dagegen den Versuch so ein, daß man die Lage der Karte nicht erkennt, so ändert sich sofort die Erscheinung des Kreuzes, es wird je nach Umständen schief und spitzwinklig. Das kann man erreichen, indem man z. B. durch ein enges Rohr monokular gegen die genügend weit entfernte Karte blickt, wenn deren Ränder durch das Rohr dem Blick entzogen sind. Der gleiche Effekt

stellt sich jedoch auch ohne alle äußere Vorkehrung ein, wenn man, am ehesten bei monokularem Sehen, vom Eindruck der Tiefenverschiedenheiten der verschiedenen Stellen des Blattes abstrahiert, und es als parallel zur Frontalebene anschaulich auffaßt, „sieht"; auch dann erscheint das Kreuz, und zwar sehr anschaulich, verzerrt, aber auch die Karte selbst verliert natürlich ihre rechteckige Gestalt.

Aus alldem erkennt man, daß der dritte unserer drei typischen Fälle nur äußerlich vom zweiten verschieden, im Grunde mit ihm identisch ist. Indem die nach Höhe und Breite bestimmten Empfindungen eines Empfindungskomplexes mit verschiedenen Tiefenmerkmalen (genauer deren Vorstellungen) verbunden werden, ergeben sich anschauliche Vorstellungen verschiedener Gestalten, und zwar natürlich verschiedener dreidimensionaler Gestalten. Ein rechter Winkel, dessen horizontaler Schenkel vom Beschauer weg sich in die Tiefe erstreckt, bleibt darum doch, auch für den Beschauer anschaulich, ein rechter Winkel, und es kann nichts verschlagen, daß die gleichen Komplexe von jedoch nur nach Höhe und Breite bestimmten Empfindungen mit den Tiefenmerkmalen einer frontalparallelen Ebene versehen, einen spitzen Winkel zur Vorstellung bringen. Der Fall ist derselbe wie der nach Typus 2 und theoretisch in gleichem Sinne zu behandeln.

4. Es steht zu vermuten, daß sich die Auffassungsweise, die wir den Tatsachen des perspektivischen Sehens gegenüber angewendet haben, auch an dem Problem der Sehgröße bewähren wird. Die Hauptschwierigkeit wenigstens, der man hier begegnet, und die bis heute noch als durchaus ungelöst betrachtet werden muß, schmilzt, wie wir sehen werden, bis

auf einen kleinen Rest zusammen, wenn man auch dieses Problem von der dem bisherigen Vorgang entgegengesetzten Seite angeht.

Diese Hauptschwierigkeit liegt nämlich keineswegs in der gegenwärtig zumeist behandelten Frage, der Frage nach der Form der Funktion, als welche die Sehgröße aufzufassen ist, und nach den Größen, welche diese Funktion enthält. Sie liegt vielmehr in der Bestimmung des Wesens der Sehgröße als solcher, und damit, worauf es eigentlich erst ankommt, in der Bestimmung der Natur des psychischen Gebildes, durch das wir die Sehgröße in unserem Bewußtsein vergegenwärtigen. Es handelt sich vor allem um die Beschreibung und Analyse des Bewußtseinstatbestandes, in welchem wir Sehgröße erfassen, eine Aufgabe, die, wie gesagt, bisher wohl hin und wieder als solche ausdrücklich erkannt, aber noch kaum je ausdrücklich erörtert oder gar endgültig gelöst worden ist.[21] Ist sie aber einmal einer — wenigstens vorläufigen — Lösung zugeführt, so findet sich das Weitere, wie wir sehen werden, schon halb von selbst.

Dazu ist es aber, wie schon bemerkt, erforderlich, daß wir die Sache von einer anderen Seite anpacken, als es bisher zu geschehen pflegte. Wir wählen den natürlichen, psychologischen Weg und gehen von den unmittelbar gegebenen Tatsachen des Bewußtseins aus.

Das ist nämlich bis jetzt noch nicht so recht geschehen. Es war mehr der Gedanke an das Netzhautbild, als die Analyse der Wahrnehmungsvorstellung, was die Behandlung des Problemes beherrscht hat. Man ist daran gewöhnt, an die angeblich paradoxe Konstanz der Netzhautbildgröße bei verschiedener Sehgröße des gesehenen Gegenstandes anzuknüpfen und in der Lösung dieser vermeintlichen Paradoxie den Schlüssel des Problems zu sehen.

Dieses Vorgehen äußert sich unter anderem auch darin, daß man die Untersuchung mit der Gegenüberstellung „Gesichtswinkel — Sehgröße — geschätzte Größe" zu beginnen pflegt.[22] Der Gesichtswinkel, nach physikalischer Terminologie auch als scheinbare Größe bezeichnet, vertritt in dieser Gegenüberstellung die Größe des Netzhautbildes, und befindet sich also in einer ganz mißverständlichen Koordination mit den beiden andern Gliedern der Gegenüberstellung; während diese Gegenständliches und Vorgestelltes, somit indirekt auch die Vorstellung, beziehungsweise Wahrnehmung betreffen, gehört der Gesichtswinkel durchaus nur dem physikalisch-physiologischen Vorgange an, so daß es einer besonderen Differentialdefinition zwischen ihm und den anderen zwei Begriffen gar nicht bedarf.

Dagegen müssen die beiden Begriffe „Sehgröße" und „geschätzte Größe" sorgfältig festgelegt und auseinandergehalten werden. Sie umfassen übrigens, wie wir vorsichtshalber nochmals betonen wollen, bereits alles, was an verschiedenen Weisen, in denen die Größe der Sehdinge oder der gesehenen Dinge sich geben kann, vorkommt — ein Drittes gibt es nicht mehr, am allerwenigsten gehört die scheinbare Größe im Sinne des Gesichtswinkels hieher.

Der Unterschied zwischen „Sehgröße" und „geschätzter Größe" wird am handgreiflichsten, wenn man sich die Diskrepanzen, die zwischen ihnen obwalten können, vergegenwärtigt. Die Sehgröße eines in großer Entfernung von mir befindlichen hohen Baumes ist zweifellos geringer als die eines wenige Schritte vor mir stehenden Mannes; in betreff der geschätzten Größe verhalten sie sich umgekehrt, indem ich die des Mannes vielleicht auf 1,70 m, die Höhe des Baumes auf 20 m taxiere. Sehgröße ist die Größe

des in der Wahrnehmungsvorstellung anschaulich gegebenen immanenten Gegenstandes, oder anders ausgedrückt, ist die Größe, in der das Gesehene in der Wahrnehmungsvorstellung unmittelbar und anschaulich erscheint. Die Definition, die man ihr zuweilen gegeben hat, „Ausdehnung des Inhaltes im Sehfelde", ist zwar nichts weniger als korrekt, dagegen immerhin recht bezeichnend. Geschätzte Größe ist die Größe, die man dem gesehenen Gegenstande auf Grund der Sehgröße und anderer entweder anschaulich oder unanschaulich gegebener Indizien als wirklich zuschreibt. Wir sammeln nach und nach allerlei Erfahrungen, die uns in den Stand setzen, die wirkliche Größe eines unserer Gesichtswahrnehmung sich darbietenden Gegenstandes mehr oder weniger richtig abzuschätzen. Die Größenvorstellung, zu der wir auf diesem Wege gelangen, ist die Vorstellung der sogenannten geschätzten Größe. Es läßt sich diese ihrem Wesen nach unanschaulich fassen und sie wird tatsächlich zumeist auch so gedacht. — Diese Bestimmung der beiden Begriffe, so unvollkommen sie auch sein mag, genügt für unsere Zwecke; der Versuch exakter Fassung würde zu weit führen.

Wir wollen nun aber doch noch ein wenig beim Fall der Sehgröße verweilen und ihre Wesenheit des Näheren zu bestimmen trachten. Worin besteht das eigentlich, was wir nunmehr als Sehgröße bezeichnet haben?

Die Antwort werden wir in zwei Etappen geben. Sehgröße ist zunächst im allgemeinen ganz dasselbe, wie jenes Etwas, das das Wesen jeder Raumgröße ausmacht, nämlich das, worin, von Richtung abgesehen, die Verschiedenheit zweier Raumpunkte variabel ist. Raumgröße im allgemeinen ist gegeben in und mit der Verschiedenheit von Raumpunkten.

Sehgröße im besondern hängt also an der Verschiedenheit von Sehraumpunkten. Die Sehgröße eines durch zwei Punkte (natürlich Sehraumpunkte) begrenzten Sehdinges ist gegeben durch die Verschiedenheit dieser Punkte, genauer gesagt, sie ist bestimmt durch die Größe der Verschiedenheit der beiden Sehraumpunkte. Für Sehdinge, die durch mehr als zwei Punkte begrenzt sind, gilt dieser Gedanke in sinngemäßer Erweiterung.

Damit ist gesagt, daß zum Erfassen (Vorstellen) der Sehgröße eines Sehdinges nichts weiter nötig ist als die Verschiedenheit der das Sehding begrenzenden Sehraumpunkte zu erfassen. Dazu ist sicherlich keine weitere, eigene Wahrnehmung oder Empfindung erforderlich. Indem ein Sehding zur (Wahrnehmungs-)Vorstellung gelangt, sind selbstverständlich die Sehraumpunkte, die seine Grenzen bilden, mit vorgestellt; und insofern, als das Sehding eine bestimmte Stelle im Sehraum einnimmt, sind auch die Sehraumpunkte seiner Grenze bestimmte Punkte. Bestimmte Sehraumpunkte konstituieren nun ganz notwendig auch bestimmte Verschiedenheiten gegeneinander, und bestimmte Verschiedenheiten sind selbstverständlich Verschiedenheiten von bestimmter Größe. Das Erfassen dieser Verschiedenheiten ist zugleich das Erfassen der Sehgröße des Sehdinges.

Es folgt daraus, daß die Entstehung der Sehgröße und ihrer Vorstellung gar keiner weiteren Voraussetzungen und psychischer Prozesse bedarf, als sie die Raumwahrnehmung, unter Umständen die primitive Raumempfindung selbst schon mit sich bringt. Wir wollen dies an einem Beispiel zeigen. Das Gesichtsobjekt bestehe in einem dünnen geraden Stäbchen. Die beiden Endpunkte des Stäbchens erscheinen im Sehraum normalerweise unweigerlich an be-

stimmten Sehraumpunkten; mit den beiden bestimmten Sehraumpunkten ist nun implicite auch die Verschiedenheit, die zwischen ihnen besteht, gegeben, und wiederum mit dieser Verschiedenheit die Sehgröße des Sehdings Stäbchen. Die mit der Wahrnehmung des Stäbchens unerläßlich mitgegebene (Wahrnehmungs-)Vorstellung der beiden Endpunkte ist das vollkommen ausreichende Material zum Erfassen der Sehgröße. Denken wir uns nun ein zweites Stäbchen, das, in bestimmtem Maße länger als das erste, in entsprechend größerer Entfernung vom Auge unter dem gleichen Gesichtswinkel erscheint wie dieses, so wird es, selbst wenn sich seine Enden an denselben Netzhautpunkten abbilden wie die des andern, sofern es nur auch wirklich in größerem Tiefenabstand lokalisiert wird, auch größer erscheinen als dieses, größere Sehgröße haben; denn, ganz natürlich: die Enden sind zwar an denselben Netzhautstellen abgebildet wie die des andern, sie erscheinen aber keineswegs an denselben Sehraumpunkten. Sie erscheinen in größerer Sehtiefe, und Sehraumpunkte derselben Netzhautstellen weisen um so größere Verschiedenheit gegeneinander auf, in je größerer Sehtiefe sie liegen. Zwei Sehraumpunkte, nahe am Auge (genauer am Sehraumort des Auges) können vermöge geringen Abstandes einander zum verwechseln ähnlich sein; zwei andere, die dem gleichen Winkel angehören, haben, wenn sie genügend weit in die Tiefe rücken, eine je nach der Tiefenentfernung ganz beträchtliche Distanz zwischen sich, sind also sehr verschieden. Lokalisiert sich, vermöge irgendwelcher störender Umstände, das Sehding des längeren Stäbchens in die gleiche Tiefe des Sehraums wie das des kürzeren, so erweist es sich notwendig von gleicher Sehgröße wie dieses; denn seine Enden erscheinen

dann an denselben Sehraumpunkten wie die des andern.

Die Tatsache der Sehgröße ist also mit den Tatsachen der Lokalisation bereits implicite gegeben, und die Gesetze, denen sie gehorcht, sind unmittelbare Folge aus den Gesetzen der Lokalisation. Wie dies im allgemeinen zu erkennen ist, so bewährt es sich auch an den einzelnen speziellen Fällen, die bis jetzt zur Untersuchung gelangt sind.

Es ist eine der populärsten Tatsachen, daß jedes Ding um so kleiner aussieht, je weiter es vom Auge entfernt ist; die Sehgröße nimmt mit wachsender Objektdistanz ab. Nun liegt es nahe, die Ursache dieser Erscheinung in der mit der Zunahme der Objektdistanz bei gleichbleibender Objektgröße notwendig verbundenen Abnahme des Gesichtswinkels und Verkleinerung des Netzhautbildes zu vermuten. Diese Vermutung trifft natürlich — wenigstens teilweise — das Richtige und steht damit auch mit unserer Auffassung des Wesens der Sehgröße durchaus in Einklang: je kleiner das Netzhautbild, desto geringer, unter sonst gleichen Umständen, die Verschiedenheit der Lokalisation der Grenzpunkte des Sehdinges, desto geringer also dessen Sehgröße. Aber man weiß auch schon seit langem, daß sich die Sehgröße keineswegs proportional mit der der Netzhautbildgröße verändert[22]; stehen zwei gleichlange Stäbchen in Distanzen, welche sich wie 1:2 verhalten, parallel und aufrecht vor den Augen des Beobachters, so daß sich ihre Netzhautbildgrößen sehr angenähert wie 2:1 verhalten, so erscheint das nähere Stäbchen keineswegs ungefähr doppelt so groß wie das entferntere, sondern nur in weit geringerem Grade größer. Die Sehgröße hängt also nicht nur von der Netzhautbildgröße ab, sondern gewiß auch noch von wenigstens einem anderen Faktor dazu.

Diesen andern Faktor zu finden, hatte man die Frage zu beantworten, wie sich der Gesichtswinkel bei verschiedenen Entfernungen ändern muß, damit die Sehgröße dabei konstant bleibe. Diese Frage ist nun, zuvörderst für binokulares Sehen, tatsächlich einer genauen experimentellen Bearbeitung unterzogen worden[23], deren nächstes Ergebnis besagt, daß die verschieden entfernten Objekte dann gleichgroß erscheinen, wenn das Verhältnis der Differenzen der Gesichtswinkel zu den Differenzen der Querdisparationen konstant ist. Da man dann weiter sagen kann, daß für beliebige absolute Entfernungen des fixierten Objektes der ebenmerkliche Entfernungsunterschied einem konstanten Wert der Querdisparation entspricht, und Tiefenunterschiede dann gleich erscheinen, wenn die Querdisparationen (beziehungsweise deren Unterschiede) gleich sind, so läßt sich dieses Ergebnis auch so ausdrücken: „Damit eine Reihe von verschieden weit entfernten Objekten bei binokularer Betrachtung gleich groß erscheinen, müssen ihre wirklichen (lateralen) Größen mit wachsender Entfernung so zunehmen, daß die Gesichtswinkel umgekehrt proportional mit der scheinbaren, durch die Disparation gemessenen Entfernung abnehmen"[24], oder anders, die Gesichtswinkel haben im selben Maß abzunehmen, in dem die scheinbaren Entfernungen zunehmen.

Dieses Gesetz behält nun aber seine Gültigkeit auch für den Fall, daß die Entfernungen und Entfernungsunterschiede weder gerade durch Querdisparationen aufgefaßt noch auch in Querdisparationen gemessen werden; für jede scheinbare Entfernung, gleichviel durch welche Mittel sie im Bewußtsein zustande kommt und wie sie ausgemessen wird[25], bewährt es sich, daß sie es ist, wonach sich der Gesichtswinkel in umgekehrter Proportion zu rich-

ten hat, wenn es zu Gleichheit der Sehgrößen kommen soll.

Wir haben uns nun zu fragen: Wie kommt die scheinbare Entfernung dazu, die eben gekennzeichnete Rolle zu spielen? Man könnte meinen, so, daß das Subjekt sich in Gedanken, in der Phantasie die lineare Weite, die dem Gesichtswinkel in der gegebenen scheinbaren Entfernung zukommt, gleichsam konstruiert, vergegenwärtigt, und die sich so ergebende Größe als Sehgröße des Sehdinges aufzufassen logisch genötigt ist. Doch ist dies Schema viel zu kompliziert, um der Unmittelbarkeit des tatsächlichen psychischen Geschehens zu entsprechen. Wir wissen, daß wir den Gesichtswinkel gar nicht vorstellen, und wenn wir es versuchen, den größten Fehlern unterliegen.[26] Wir wissen ferner, daß wir die Sehgrößen bestimmt erfassen, ohne den scheinbaren Entfernungen besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Der Vorgang ist viel unvermittelter und spontaner, automatischer. Und da die Tatsache des Zusammenhanges von scheinbarer Entfernung und Sehgröße sicher steht, so läßt er keine andere Deutung zu als folgende: Ein und dieselbe Netzhautstelle vermittelt die Wahrnehmungsvorstellung verschiedener Sehraumpunkte, je nach der Tiefenlokalisation, die sich jeweils mit ihrer Funktion verbindet; und ferner: Die durch die Funktion von zwei Stellen derselben Netzhaut zur Wahrnehmungsvorstellung gelangenden zwei Sehraumpunkte sind um so mehr voneinander verschieden, d. h. um so weiter voneinander entfernt, in je größerer Sehtiefe sie lokalisiert erscheinen. Mit diesen beiden — man kann vielleicht sogar sagen, nichts weiter als das Verhältnis von Raumreiz und Ortsempfindung angehenden Gesetzen ist allem ganz unmittelbar entsprochen, was jene Relationen zwischen Sehgröße und scheinbarer Entfernung zu ihrer Interpretation verlangen. Und

wir leisten diese Interpretation ganz ohne alle neue oder eigene theoretische Annahme; die zwei Gesetze sind uns zwei längst und allgemein bewährte alte Bekannte, konnten wir sie ja doch schon in einem frühen Stadium des Ganges unserer Untersuchung aufstellen. Sie gewähren hier noch überdies den Vorteil, daß wir uns, lediglich auf sie gestützt, nicht zu weit theoretisch zu engagieren brauchen. Es muß darnach durchaus nicht sein, daß Sehgröße und scheinbare Entfernung sich haarscharf in Proportion befinden; es genügt, wenn bei Gegebensein der ausgemittelten gesetzmäßigen Beziehungen der Querdisparationen zueinander die zur Wahrnehmung gelangenden Sehraumpunkte so gelagert sind, daß die gesetzmäßig geforderten Sehgrößen zustande kommen.[27] Auch ist es dann nicht nötig, Ähnlichkeits- und Proportionalitätssätze des Dreieckes auf die Tiefendimension des Sehraumes anzuwenden, solange die Zulässigkeit einer solchen Anwendung doch immerhin noch als unerwiesen gelten muß.[28]

Die so gewonnene günstige theoretische Position kommt uns nun auch an sonstigen Erfahrungen zugute. Den Wandel der Sehgröße von Nachbildern, der bei Veränderungen der Sehtiefe des Projektionsgrundes so deutlich zu beobachten ist, sind wir nun in der Lage zu verstehen, ohne daß wir es nötig hätten, den geringsten Vermittelungsprozeß hineinzuinterpretieren. Auch der altbekannte, schon von Panum angegebene Versuch zur Sehgröße fügt sich zwanglos: Bei monokularem Sehen scheint sich ein fixiertes nahes Objekt, wenn man mit der Fixation rasch auf ein ferneres übergeht, ein wenig auszudehnen, dagegen das fernere ein wenig zusammenzuschrumpfen, wenn man die Fixation von ihm zum näheren überführt.[29] Zur Paradoxie irgendeines mehr

oder weniger direkten funktionellen Zusammenhanges zwischen Sehgröße und Akkomodation, den man daraus zu erschließen bisweilen geneigt gewesen ist, braucht man sich deshalb nicht zu bequemen. Das monokulare Sehen ist bekanntlich der Tiefendimension gegenüber recht unvollkommen. Es gehen Tiefenunterschiede, gar wenn nicht besonders auf sie geachtet wird, leicht ganz oder wenigstens zum großen Teil verloren. Der Tiefenlokalisation des jeweils fixierten Objektes nähert sich, wenn auch nicht immer ganz, so doch zumeist erheblich, die Tiefenlokalisation des in der gleichen Richtung mit gesehenen näheren oder ferneren Gegenstandes; die beiden Gegenstände, der nähere und der entferntere, erscheinen der Tiefe nach zusammengeschoben, besonders dann, wenn nicht ausdrücklich auf die Tiefenverhältnisse geachtet wird. So ist es ganz begreiflich, daß der jeweils nicht fixierte Gegenstand eine Sehgröße erhält, die sich aus Grenzpunktlokalisationen ergibt, welche der Sehtiefe nach der des fixierten Gegenstandes angenähert sind.

Verwandt mit der eben besprochenen Erscheinung, jedoch nicht ganz so durchsichtig ist die Tatsache der Mikropsie, sei es, daß es sich dabei um entweder künstlich erzeugte oder pathologisch entstandene unvollkommene Akkommodationslähmung handelt, sei es, daß sie, als sogenannte Linsenmikropsie, durch vorgesetzte Konkavlinsen hervorgerufen ist.[30] Die scheinbare Verkleinerung des monokular fixierten, deutlich gesehenen Gegenstandes kann nicht kurzweg auf durch erhöhte Akkommodations- oder gar auch Konvergenzanstrengung bedingte „Unterschätzung" der Tiefenentfernung zurückgeführt werden, weil sich daraus u. a. eine stärkere Verkleinerung ergeben müßte, als tatsächlich zu beobachten ist.[31] Auch sind längst

Fälle bekannt, in denen die scheinbare Verkleinerung mit einem Hinausrücken des Sehdinges nach der Tiefe verbunden ist. Aber man wird kaum fehlgehen, wenn man den Versuchen, den theoretischen Zusammenhang zwischen Tiefenlokalisation und Sehgröße auch solchen Fällen gegenüber durch Hilfshypothesen zu wahren, auch wenn sie derzeit noch nicht zu endgiltig befriedigenden Ergebnissen geführt haben, Vertrauen entgegenbringt und alle Berechtigung zuspricht. Der so überaus instruktive Rollettsche Konvergenzplattenversuch[32], ferner das bekannte Experiment am Wheatstonestereoskop — das Kleinererscheinen des Gegenstandes bei Hinausschieben der Stereoskopblätter gegen den Beobachter und dadurch bedingter gesteigerter Konvergenz[33] — sind ja doch auch nichts anderes als regelrechte Mikropieversuche. Nur wird man auch ihnen kaum gerecht werden können, wenn man etwa in den Konvergenzempfindungen ein Mittel zur Wahrnehmung, zu bewußtem Erfassen der Tiefendistanz erblicken will.

Daß indessen der Konvergenzmechanismus doch irgendeinen, wenn auch nur unbewußten und indirekten Zusammenhang mit Tiefenlokalisation und Sehgröße haben muß, das zeigt sich auch an einer anderen bekannten Größentäuschung, der wir zum Schlusse noch gedenken wollen: der scheinbaren Vergrößerung der Gestirne in der Nähe des Horizontes.

Von den ungemein zahlreichen Erklärungsversuchen, die, in langer geschichtlicher Entwicklung einander ablösend, sich mit diesem Phänomen beschäftigt haben[34], kommen gegenwärtig kaum mehr als folgende drei in Betracht, davon zwei, die erst der jüngsten Zeit entstammen, eines, das bereits an den Anfängen der tausendjährigen Geschichte des Problems verzeichnet steht.

In sorgfältiger experimenteller Untersuchung, besonders bei Abblendung des Himmelsgewölbes durch Rauchgläser, hat sich nämlich ergeben, daß es für das Größererscheinen des Mondes am Horizont wesentlich ist, daß er dabei mit gerader, für das Kleinererscheinen im Zenit, daß er dabei mit erhobener Blickrichtung gesehen wird.[35] Der gleiche Einfluß der Blickrichtung auf die Sehgröße ist dann auch für nahe terrestrische Objekte nachgewiesen worden[36], während bei größeren Entfernungen derselben nur die Sehtiefe von ihm betroffen zu werden scheint. Eine Erklärung dieses Einflusses der Blickrichtung böte sich nun in der bekannten Tatsache, daß die Hebung des Blickes unwillkürlich die Divergenz, Senkung die Konvergenz begünstigt, so daß die Wahrung der Parallelstellung bei erhobenem Blick eines latenten Konvergenzimpulses bedarf — eine an sich recht plausible Annahme, die aber, wie gesagt, ihrerseits wiederum die Annahme eines Zusammenhangs zwischen dem Konvergenzmechanismus und der Sehgröße oder Sehtiefe insolviert.

In durchaus andersartigen Gedanken, in letzter Linie aber vielleicht doch nicht geradezu unvereinbar mit der eben vorgebrachten Theorie, findet der älteste und populärste Erklärungsversuch die Lösung des Problems: Da der Beschauer zwischen sich und dem am Horizont stehenden Monde ein sich weithin erstreckendes Stück Erdboden und viele Objekte darauf zu sehen hat, so erscheint ihm diese Distanz größer als die leere Distanz zum hochstehenden Monde, der Mond im Zenit also weniger weit entfernt als am Horizont und deshalb, wegen Gleichheit des Gesichtswinkels in letzterem Falle, größer. Doch scheinen hier individuelle Schwankungen obzuwalten. Denn viele Personen behaupten mit aller Bestimmtheit, den

tiefstehenden, vergrößerten Mond scheinbar näher zu sehen und nicht ferner als den hochstehenden. Andererseits läßt sich freilich wiederum nicht leugnen, daß wenigstens das Himmelsgewölbe am Horizont ferner erscheint als im Zenit, und daß dies mit der eben angegebenen Ursache zusammenhängen mag. Und schließlich kennen wir ja schon von anderwärts den Einfluß der anschaulich erfaßten (nicht so der bloß gedachten, unanschaulichen) scheinbaren Entfernung auf die Sehgröße. Wie sich dies alles ineinanderfügen mag, ist trotz des Alters dieser Theorie bis heute noch verborgen.

Den Keim zu völlig neuer Theoriegestaltung können wir in einem Gesichtspunkt finden, der wieder erst vor kurzem auf unsere Frage angewendet worden ist.[37] Wenn der Mond am Horizont steht, so ziehe er die Aufmerksamkeit mehr auf sich als im Zenit. Je intensiver nun die Aufmerksamkeit auf den fixierten Gegenstand konzentriert ist, desto mehr engen sich die Gesichtsfeldgrenzen ein, einen relativ desto größeren Teil des ganzen Gesichtsfeldes nimmt demnach dieser Gegenstand ein, und er erscheint so größer. — Man wird an diesem Gedanken in seiner vorläufigen Gestalt noch keineswegs in jeder Beziehung sein Genügen finden können, er ist, wie schon gesagt, bis jetzt erst noch ein Keim, jedoch, es scheint, ein recht entwicklungsfähiger. Seine Zusammenhänge mit andern, bereits bewährten theoretischen Prinzipien sind unverkennbar; sei es, daß seine genauere Ausgestaltung in das Gebiet der Lehre von der Vorstellungsproduktion hinüberführt, wo wir ja schon gesehen haben, wie von der Art der Zusammenfassung die resultierende Sehgröße abhängt[38], sei es, daß sich hier tatsächlich die Entdeckung einer neuen Rolle der Aufmerksamkeit vorbereitet, ähnlich wie eine

solche kürzlich erst betreffs des Anteils der Aufmerksamkeit an Sehschärfe und Gesichtsfeldeinengung gelungen ist.[39 40]

Die Klarstellung und Erledigung all dieser Fragen muß monographischer Behandlung überlassen werden. Wir haben nur zu konstatieren, daß, wie fast überall an der Gesichtsraumwahrnehmung so auch hier, neben einem wesentlichen Grundfaktor für das Zustandekommen der Sehgröße gewisse Nebeneinflüsse zur Geltung kommen.

Dieser Grundfaktor ist aber, um es nochmals kurz zu resümieren, nicht etwas Neues im Mechanismus der Gesichtsraumwahrnehmung. Er ist vielmehr durchaus identisch mit der Lokalisation überhaupt. Wenn die zwei Endpunkte einer Geraden, wie es ja durch die voll funktionierende Gesichtsraumwahrnehmung tatsächlich geschieht, an zwei bestimmten Punkten des Sehraumes lokalisiert werden, so ist damit implizite eine bestimmte Sehgröße des Sehdinges der Geraden schon gegeben. Denn die zwei Sehraumpunkte weisen ein bestimmtes Maß von Verschiedenheit gegeneinander auf, und jene Sehgröße koinzidiert mit dieser Verschiedenheit. Steht hinter der Geraden in entsprechender Entfernung eine zweite Gerade, die um so viel länger ist wie die erste, daß sie sich in dem gleichen Gesichtswinkel abbildet, so erscheint sie dennoch nicht gleichgroß wie die erste, sondern größer, weil die Verschiedenheit der Sehraumpunkte, die zu einem und demselben Netzhautpunktpaare gehören, im allgemeinen proportional mit ihrer Sehtiefenlage wächst; sie erscheint aber auch nicht im selben Verhältnis größer, wie sie wirklich größer ist, sondern in geringerem Grade größer, weil ihre scheinbare Entfernung von der näheren Geraden hinter der wirklichen Entfernung zurückbleibt.

Daß die Dinge scheinbar kleiner werden, wenn sie sich vom Auge entfernen, hat seine Ursache zunächst wohl in der Verkleinerung des Netzhautbildes. Aber das Maß dieser Verkleinerung ist viel bedeutender als die Abnahme der Sehgröße des sich entfernenden Gegenstandes. Dies ist nun keineswegs so zu erklären, daß eigentlich und tatsächlich die Sehgröße proportional mit dem Netzhautbilde abnähme, daß aber das Subjekt wegen des ihm zur Verfügung stehenden Wissens von der festbleibenden oder von der bedeutenderen Größe des Gegenstandes den Augenschein der Abnahme in seinem Urteil gleichsam korrigierte; auch nicht so, daß die tatsächlich zu konstatierende Sehgröße gleichsam als eine Mischung zwischen einer ursprünglich empfundenen und einer reproduzierten Sehgröße hervorginge und deshalb zwischen beiden liege; — welche der zahlreichen, bei jedem Netzhautpunktpaar möglichen, an sich gleich guten und gleich berechtigten Sehgrößen sollte denn auch den Vorzug haben, als die eigentlich ursprünglich empfundene zu gelten, und welche ebenso als die richtig reproduzierte? Die Sache geht viel einfacher und unmittelbarer zu: Zu jedem Netzhautpunktpaar gehört für jede anschaulich gegebene Sehtiefe ein bestimmtes Sehraumpunktpaar, und jedes solche Sehraumpunktpaar konstituiert notwendig und ohne weitere Vermittlung eine bestimmte Sehgröße der durch sie begrenzten Geraden. Die verschiedenen, einem Netzhautpunkte zugehörigen Sehraumpunkte aber sind gegen die Tiefe nach einem bestimmten Gesetze angeordnet; einem Gesetze, das sich, vorbehaltlich kleinerer Abweichungen im einzelnen, im allgemeinen auf dem Gesetz des Zurückbleibens der Sehtiefe hinter der wirklichen Tiefe, und dem der Konstanz des Höhen- und Breitenwertes der

Netzhautstellen[41] aufbaut. Als Abweichung von diesem Gesetze kann es übrigens nicht angesehen werden, wenn, wie oben erörtert worden ist[42], etwa durch den Prozeß der Vorstellungsproduktion Verschiebungen in der einer Netzhautstelle ursprünglichen normalen Lokalisation platzgreifen.

Es gibt also nicht etwa eine jedem Netzhautstellenpaar zugeordnete „eigentliche, ursprüngliche oder normale Größenempfindung", die dann, den jeweiligen Umständen gemäß auf Grund der „Erfahrung" durch Urteil oder Reproduktion modifiziert oder gar verdrängt werden müßte; das Erfassen der Sehgröße ist nichts weiter als das Erfassen der Verschiedenheiten (Abstände) der Gegenstandsgrenzpunkte des Sehdinges, und diese sind mit der Lokalisation der Grenzpunkte im Sehraume natürlich implizite gegeben. Diese Lokalisation ist das Primäre; sie ist aber auch die ausreichende Voraussetzung der Sehgröße, und indem man ihre Gesetze festlegt, hat man zugleich auch die Grundgesetze der Sehgröße erkannt. —

Für diese Art des Zustandekommens der Sehgröße ist es natürlich unerläßliche Voraussetzung, daß die Sehdinge in bestimmter Sehtiefe erscheinen. Wir mußten jedoch auch ein Sehen mit unbestimmter Tiefe anerkennen. Auch für dieses Sehen gibt es nun aber eine Sehgröße, und es entsteht die Frage, wie sich diese unzweifelhafte Tatsache mit unserer Position verträgt. Wir könnten darauf kurz antworten: Beim Sehen mit unbestimmter Tiefe bleibt auch die Sehgröße unbestimmt. Doch wäre dies naheliegenden Mißverständnissen ausgesetzt und bedarf daher der Erläuterung. Wenn wir von unbestimmter Sehgröße sprechen, so hat die Unbestimmtheit genau nur soweit Geltung wie die der Sehtiefe. So wie

also die einzelnen Netzhautstellen in diesem Falle zwar nicht zur Vorstellung von Sehraumpunkten, wohl aber zu der von Sehstellen führen, die sich von jenen nur dadurch unterscheiden, daß ihnen, unbeschadet des räumlichen, nicht flächenhaften Kontinuums, dem sie angehören, doch die Bestimmtheit der Sehtiefe abgeht, während sie im übrigen, ihrer relativen Lage zur Sehsphärenmitte und zum Sehsphärenrand nach, vollkommen charakteristische Bestimmtheit besitzen; so unterscheidet sich auch die durch Sehstellen konstituierte Sehgröße von der durch Sehraumpunkte konstituierten zunächst dadurch, daß sie, bei aller anschaulichen Tatsächlichkeit, jedweder Abhängigkeit von der Sehtiefe bar ist. Geradeso wie den Sehstellen, wegen ihrer Unbestimmtheit nach der dritten Dimension, naturgemäß jede Übertragung oder Abbildung auf den wirklichen Raum unzugänglich ist, geradeso sind auch die für die Anwendung auf den wirklichen Raum eingerichteten Größen-, vor allem Längenmaße auf die durch Sehstellen konstituierten Sehgrößen unanwendbar. Sie sind also durchaus anschauliche Größen, sie lassen sich aber nicht in Metern oder Zentimetern messen — sie bewähren in diesem Sinne ihre Unbestimmtheit. Bestimmt konstituiert sind sie dagegen durch die Verschiedenheiten der den Sehstellen eigentümlichen Bestimmtheiten. Auch sie beruhen also, ebenso wie die bestimmten Sehgrößen, direkt auf den Tatsachen der Lokalisation, und der „Erfahrung" kommt in dem ganzen Gebiete des Erfassens von Sehgrößen, wenn überhaupt eine, so gewiß nur eine untergeordnete direkte Rolle zu. Indirekt spielt sie dabei insoweit mit, als sie in einigem Umfange die anschauliche Vorstellung der Sehtiefe mitbestimmt. Ihre eigentliche Domäne liegt im Ermitteln der geschätzten Tiefe.

5. Kapitel.

Theoretische Schlußbemerkungen.

Das eben erledigte Kapitel hatte die Aufgabe, den Anteil der Erfahrung an der Raumwahrnehmung zu ermitteln. Mit weitestem Entgegenkommen in der Anerkennung eines solchen Anteiles beginnend hat es jedoch bei fortschreitendem Eindringen in die Tatsachen und schließlicher Klärung der Analyse an der Rolle der Erfahrung im eigentlichen Sinne des Wortes immer mehr und mehr zu streichen sich genötigt gesehen. Nicht daß die Erfahrung für das Auffassen und Erkennen der Raumbestimmungen überhaupt als von geringem Belange zu bezeichnen wäre. Für alles unanschauliche Erfassen gegebener Räumlichkeiten, für alles Abschätzen und Beurteilen von nicht eigentlich wahrnehmbaren Raumbestimmungen ist die Erfahrung die wesentlichste Grundlage; und wie groß das Gebiet dieser Art des Raumerfassens ist, wird aus den vorstehenden Untersuchungen wohl zu entnehmen sein. Aber das unanschauliche Erfassen ist natürlich kein Raumwahrnehmen, und um dieses handelt es sich uns. Dann können wir sagen, daß schließlich nur ein geringfügiger Rest als Anteil der Erfahrung an der Raumwahrnehmung anzuerkennen übrigblieb. Und dazu kommt, daß über die psychologische Natur und Wesenheit des Faktors, der da unter dem Ter-

minus Erfahrung zu verzeichnen war, endgültig Klares und Bestimmtes zwar noch nicht ausgemacht werden konnte, daß es aber immerhin deutlich geworden ist, wie wenig sich der Terminus seiner allgemeinen Bedeutung nach zu theoretischem Gebrauche und zur Bezeichnung des diesem Faktor Wesentlichen eignet. Vor allem aber sei daran erinnert, wie sich auch hier ganz allgemein ergeben hat, daß nirgends der Erfahrungsfaktor einsetzen kann, wo nicht etwas an sich schon Räumliches vorher bereits im Bewußtsein unmittelbar gegeben gewesen wäre.

Dieses Ergebnis des dem Anteil der Erfahrung an der Raumwahrnehmung ausdrücklich zugewendeten Kapitels wird sicherlich in unseren Gedanken nachwirken dürfen, wenn wir zum Schluß nun daran gehen, die allgemeinste theoretische Charakteristik der mannigfaltigen Erscheinungen des durchmessenen Gebietes aufzusuchen. Es ist ja eben der Gegensatz von „Erfahrung" und unmittelbarer Sinnesempfindung, der in letzter Linie dabei der Entscheidung harrt; und wenn es auch ein Komplex von zwar nicht allzu scharf gefaßten, doch immerhin ganz charakteristisch pointierten Gedanken ist, was die empiristische Lehre im Gegensatz zum Nativismus mit dem Terminus Erfahrung zu verbinden pflegt, so werden sie doch die Verwandtschaft mit den Untersuchungen des letzten Kapitels nicht verleugnen. Die empiristischen Theorien der Raumwahrnehmung, so verschieden sie im einzelnen gefaßt sein mögen, stimmen doch alle darin überein, daß sie Empfindungen, die unmittelbar Raumdaten zum immanenten Gegenstande hätten, nicht anerkennen; wenn es trotzdem anschauliche Vorstellungen, ja geradezu Wahrnehmungsvorstellungen gibt, von denen dies

tatsächlich gilt, und diese Vorstellungsgebilde geradezu zu den geläufigsten Tatsachen unseres Bewußtseinslebens gehören, so könne dies nur daher kommen, daß die mannigfache Verkettung und Wechselwirkung der Elemente des Bewußtseins Vorstellungen hervorbringt, die den Elementen gegenüber etwas Neues, noch nicht in ihnen Enthaltenes darstellen. Wie aus den ursprünglich durch Empfindung gegebenen Inhalten die neuen Inhalte der Raumvorstellungen werden, davon Rechenschaft zu geben, ist für jede der hierhergehörigen Theorien die Hauptaufgabe, der gerecht zu werden, zwar verschiedene Wege eingeschlagen werden, die aber stets in irgendeinem Sinne auf „Erfahrung" führt. Erfahrung soll, so oder so, den Zusammenhang zwischen dem Gegenstand der betreffenden unmittelbaren Empfindung und dem Gegenstand der schließlichen Raumvorstellung erkennen oder sonst irgendwie zur Geltung kommen lassen; Erfahrung soll — nach anderen Gestaltungen dieser Lehre — aus den ursprünglich unräumlichen Empfindungen die räumlichen Wahrnehmungsvorstellungen geradezu entstehen lassen. Wie man sich dies im einzelnen denken zu können meinte, das auseinanderzusetzen und entsprechender Kritik zu unterziehen, würde hier viel zu weit führen.[1] Nur die allgemeine Bemerkung sei gestattet, daß so ziemlich alle der hiehergehörigen Doktrinen einer heute längst überwundenen Entwicklungsperiode der Psychologie angehören und daher mit so primitiven Mitteln und Begriffen arbeiten, daß es ungemein schwer ist, die sicheren Stützpunkte für eine sachliche Interpretation und Kritik an ihnen zu finden.

Die gegnerische Position, der Nativismus, ist insofern in einer günstigeren Lage, als er dank der ungleich einfacheren theoretischen Mittel, deren er

bedarf, im allgemeinen kaum irgendwelchen psychologischen Schwierigkeiten ausgesetzt ist. Mußte der Empirismus erst eine Brücke konstruieren, um von den unräumlichen Empfindungen zu den räumlichen Vorstellungen zu gelangen, so nimmt der Nativismus die Räumlichkeit als schon ursprünglich in der Empfindung gegeben an; er läßt den Raum bereits als Empfindungsgegenstand gelten.

Die beiden Theorien schließen einander im allgemeinen zweifelsohne aus. Sie lassen aber auch, wenn man von gegenseitiger Ergänzung absieht, kein Drittes zu. Solch gegenseitige Ergänzung könnte im wesentlichen Grunde ja auch nur auf dem Boden der einen oder der andern der beiden Theorien stehen; so ist es immerhin als Nativismus anzusehen, wenn man, wie es so oft geschehen ist, Empfindungen zwar der Höhen- und Breiten-, nicht aber der Tiefendaten zugibt, als Empirismus, wenn man den Raumdaten eindeutig zugeordnete Lokalzeichen der Empfindungen annimmt.

Die Entscheidung zwischen den beiden Theorien ist gefällt, wenn es gelingt, eine von ihnen als in sich unhaltbar zu erweisen. Die Kritik hätte sich dabei zunächst dem inneren Aufbau der Theorien zuzuwenden. Wir wollen uns indes nicht dieses mühevollen Wegs bedienen; zumal noch gar nicht sicher ist, ob er zum Ziele führt, da sich, wie schon bemerkt, die Konstruktionen des Empirismus mit den schärferen Begriffen und Methoden der heutigen Psychologie nur schwer und unsicher fassen lassen. Wir wollen uns deshalb von einer andern Seite her die Grundlage zu einem Urteil über den vorliegenden Gegensatz verschaffen; und wir erreichen es dabei zugleich, ein längst gegebenes Versprechen einzulösen.

Es steht ganz außer Frage, daß von den zwei

konkurrierenden Theorien der Nativismus mit weitaus einfacheren Mitteln arbeitet. Nach einem wohlbegründeten methodischen Gesetz gebührt infolgedessen ihm der Vorrang, sofern er nur überhaupt mit den Tatsachen vereinbar ist. Und hier ist der Punkt, an dem wir wiederum an den Anfang der nun zum Abschluß gelangenden Untersuchungen des vorliegenden Buches anknüpfen können. Der Nativismus ist mit den Tatsachen dann vereinbar, wenn sich das ursprüngliche Erfassen der Raumdaten als Empfindung nehmen läßt. Wir haben uns aus methodischen Gründen von Anfang an dafür entschieden, das ursprüngliche Raumerfassen, seinem unmittelbaren Aspekt folgend, provisorisch so lange als Empfindung zu nehmen und zu behandeln, als nicht die Tatsachen sich damit als unverträglich erweisen. So haben wir eine umfassende Probe auf den Nativismus in dem Gesamtgebiet der Tatsachen des Raumwahrnehmens durchgeführt. Wir können nun konstatieren: Nirgends auf dem ganzen Wege sind wir dabei auf ein ernstliches Hindernis gestoßen, in keinem Falle, an keiner der mannigfachen Einzeltatsachen hat sich uns die Grundannahme unmittelbarer Raumempfindung als undurchführbar erwiesen. So dürfen wir nunmehr das Provisorium ins Definitivum übersetzen — soweit man eben in wissenschaftlichen Dingen von Definitivum reden wird. Die Grundtatsachen fügen sich dem Nativismus, die andern Einzeltatsachen, von wenigen Fällen noch nicht ganz klargestellter Interpretation vielleicht abgesehen, ganz ohne Schwierigkeit desgleichen. Und was dem allgemeinen Grundgedanken des Nativismus von gegnerischer Seite als Ungereimtheit, innere Unmöglichkeit entgegengehalten worden ist, das hat die Kritik längst als unbegründet nachgewiesen.[2]

Indem wir uns nun also auf den Boden des Nativismus stellen, erklären wir zugleich noch einmal ausdrücklich, daß wir damit den Anteil der Erfahrung am Erfassen und Erkennen des Räumlichen durchaus nicht völlig leugnen. Ein solcher Anteil ist vorhanden, wir haben ihn selbst der Analyse unterzogen. Er ist von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Aber er ist, seinem Wesen nach, am Raumsehen kein anderer als in jedem der anderen Gebiete unserer Sinnestätigkeit.

Noch etwas ist hinzuzufügen. Es gibt eine Fassung des Empirismus, die, eigentlich richtiger als genetische Theorie des Raumwahrnehmens bezeichnet, durch unsern Nativismus keineswegs getroffen ist. Sie geht nicht darauf aus zu zeigen, daß unser Raumwahrnehmen sich nicht auf Raumempfinden stützt und seinem Wesen nach aus Elementen anderer Art besteht; sie kann sich wohl vertragen mit strengstem Nativismus. Denn sie versucht zu zeigen, wie und woraus sich die Gebilde, die wir nunmehr als fertige Raumempfindungen kennen, in allmählicher, zumeist wohl phylogenetischer Entwicklung herausgebildet haben. Man wird begreifen, daß Untersuchungen dieser Art mit unsern heutigen Mitteln nicht allzutief ins einzelne Konkrete dringen können, und daß sie keinen allzu hohen Grad von Evidenz erreichen. Jedoch Plausibles und dabei Interessantes, Wertvolles vermögen sie immerhin zu statuieren, und man kann vermuten, daß viele von den Konstruktionen, die, vom eigentlichen Empirismus den Raumwahrnehmungen untergeschoben, dem Nativismus weichen mußten, im Sinne solch genetischer Auffassungsweise eine glücklichere Wiederkehr erleben werden. Daß z. B. solche Linien des seitlichen Gesichtsfeldes geradlinig erscheinen, deren Netzhaut-

bilder sich bei Bewegungen des Auges in sich selbst verschieben, das läßt sich immerhin als Leitgedanke akzeptieren. Und wir haben selbst Gelegenheit genommen, bald hier, bald dort, besonders in dem Abschnitt über die Lokalisation mit bewegtem Auge, oder gelegentlich der Erörterung der Tiefenwahrnehmung, auf ähnliche Hypothesenmöglichkeiten hinzuweisen.

Indessen hüten wir uns wohl, uns tiefer in derartige Spekulationen einzulassen. Der notwendigen Voraussetzung dazu, den angedeuteten Gedanken in speziellen Fällen ins einzelne zu verfolgen, können wir uns aus sachlichen Defekten noch keineswegs gewachsen fühlen. Und so müssen wir uns für unsere theoretischen Schlußbemerkungen auch in diesem Punkte mit skizzenhaften Andeutungen begnügen. Doch — wie wir meinen — in gutem Einklang mit dem Geiste, der gegenwärtig in der Erforschung unseres Gebietes herrschend wird. Es hat eine Zeit gegeben, da galt es alles, eine Theorie zu haben und diese — oft in abstracto — auszubauen. Dies Zeitalter ist vorüber. Es hat uns neben einem, wenn auch unvollständigen, so doch immerhin sehr reichen Schatz von Tatsachen, erforscht im Dienste dieser oder jener Theorie, die Theorien selber hinterlassen. Inzwischen ist von anderer Seite her ein neues, vornehmlich neues psychologisches Erkennen aufgegangen. Und jene Theorien, von diesem neuen Standpunkt aus betrachtet, erscheinen nunmehr unzulänglich und als Produkte einer überholten Periode. Sie standen einst im Mittelpunkt des Interesses; jetzt läßt man sie mehr beiseite. Denn so, wie sie uns überkommen sind und heute dastehen, sind sie nicht fähig, irgend zu befriedigen. Dazu bedürften sie vorerst der Läuterung, des weiteren

Aufbaues, zum Teil der Neubegründung. Und Material dazu herbeizuschaffen, das ist die heutige Sorge. Die Einzeltatsachen und ihre Untersuchung, das Sammeln des Empirischen, vornehmlich unter den so lange vernachlässigten oder damals noch unbekannten psychologischen Gesichtspunkten, beschäftigen heute in erster Linie die Forschung unseres Gebietes. Erst wenn darin genug getan sein wird, dann mögen Theorien in neuer vollkommenerer Gestalt erstehen.

Anmerkungen.

Einleitung.

[1] Zur Charakteristik der Rolle des Urteils in der Wahrnehmung im obigen Sinne siehe Näheres am bequemsten in meinen „Grundlinien der Psychologie" (Philosoph. Bibliothek, Bd. 115), Leipzig 1908, S. 288.

[2] Siehe hierzu meine Grundlinien der Psychologie, S. 292 bis 295.

[3] Z. B. bei Witelo. Vgl. Clemens Bäumker, Witelo, ein Philosoph und Naturforscher des 13. Jahrhunderts. (Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters, III, 2.) Münster 1908.

[4] Eine zwar kurze, aber in der Hauptsache vollständige Darstellung findet sich in meinen Grundlinien der Psychologie, S. 222—246, wo auch die grundlegende Literatur verzeichnet ist.

1. Kapitel.

[1] Über Sehstelle, Sehsphäre, Sehraum, Sehraumpunkt siehe S. 30.

[2] Siehe Näheres darüber im Kapitel über die Tiefenwahrnehmung, bes. S. 88ff. und 119ff.

[3] Über den Begriff der „unbestimmten Tiefe" siehe S. 90ff.

2. Kapitel.

[1] Volkmann, Physiologische Untersuchungen im Gebiete der Optik, 2. Heft. Leipzig 1864. S. 207ff. — Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik. 2. Aufl. Hamburg 1896. S. 848f.

[2] Volkmann, a. a. O., S. 202ff. — Helmholtz, a. a. O., S. 850ff. — Sachs und Meller, Über einige eigentümliche Lokalisationsphänomene in einem Falle von hochgradiger Netzhautinkongruenz. Arch. f. Ophthalm. 57, 1 (1904). S. 1ff.

[3] Hering, Der Raumsinn und die Bewegungen des Auges, in Hermanns Handbuch der Physiologie, III, 1. Leipzig 1879. S. 370.

[4] Helmholtz, a. a. O., S. 695.

[5] Kundt, Untersuchungen über das Augenmaß. Poggend. Annalen der Physik, 120 (70). 1863. S. 118ff.

[6] Münsterberg, Beitr. zur exp. Psychologie II. Freiburg 1889. — Fischer, Größenschätzungen im Gesichtsfeld. Arch. f. Ophthalm. 37, 1, S. 97ff.; 37, 3, S. 55ff. 1891.

[7] Siehe S. 189f.; hierzu: Frank, Beobachtungen betreffs der Übereinstimmung der Hering-Hillebrandschen Horopterabweichung und des Kundtschen Teilungsversuches. Arch. f. d. ges. Physiologie, 109. 1905.

[8] Nach Tschermak, Über die Grundlagen der optischen Lokalisation nach Höhe und Breite, in: Ergebnisse der Physiologie, hg. v. Asher und Spiro, IV. Wiesbaden 1905. S. 532.

[9] Witasek, Über die Natur der geometrisch-optischen Täuschungen. Ztsch. f. Psychologie u. Physiologie, 19 (1899).

[10] Witasek, Grundlinien der Psychologie. Leipzig 1908. S. 239.

[11] Benussi, Experimentelles über Vorstellungsinadäquatheit. Ztschr. f. Psychologie, 42, 45 (1906, 1907). — Derselbe, Zur experimentellen Analyse des Zeitvergleichs. Arch. f. d. ges. Psychologie, 9 (1907).

[12] Helmholtz, a. a. O., S. 239.

[13] Ebenda, S. 718.

[14] Charpentier, Visibilité de la tache aveugle. Comptes Rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences, Bd. 126, Nr. 23 (1898), S. 1634. — Tschermak, Über Kontrast und Irradiation, in Ergebnisse der Physiologie, II/2. 1903.

[15] Vorwiegend in ähnlichem Sinne die jüngste ausführ-

liche Arbeit von Ovio, Osservazioni sulla regione cieca di Mariote. Annali di Ottalmologia, 36 (1907) (zitiert nach mehreren Referaten)..

[16] Wittich, Studien über den blinden Fleck. Arch. f. Ophthalm., 9. 3, S. 1ff. (1863/64).

[17] Coccius, Über Glaukom, Entzündung und die Autopsie mit dem Augenspiegel. Leipzig 1859. S. 40, 42, 52. — Aubert, Physiologie der Netzhaut. Breslau 1865. S. 258.

[18] Hensen, Über eine Einrichtung der fovea centralis retinae, welche bewirkt, daß feinere Distanzen als solche, die dem Durchmesser eines Zapfens entsprechen, noch unterschieden werden können. Virchows Archiv für patholog. Anatomie, 34 (1865), S. 401ff. — Derselbe, Über das Sehen in der fovea centralis. Ebda., 39 (1867), S. 475ff.

[19] Helmholtz, a a. O., S. 255ff.

[20] Wenn auch die gleiche Überlegung für die Seitenteile der Netzhaut nicht mehr stichhaltig zu sein scheint (siehe ebda., S. 263; Zoth, in Handbuch der Physiologie, hg. v. Nagel, III/2, Braunschweig 1905, S. 355), was man übrigens angesichts der Ergebnisse von Alexander-Schäfer (Vergleichend physiologische Untersuchungen über die Sehschärfe, Arch. f. d. ges. Physiologie, 119, 1907) auch für das Netzhautzentrum anzunehmen geneigt sein könnte.

[21] Witasek, Grundlinien der Psychologie, S. 107, 109. Erst während des Druckes des vorliegenden Buches konnte ich Kenntnis nehmen von dem neuen Gesichtspunkte, der für die Lehre von der Sehschärfe nunmehr wesentlich mitbestimmend werden zu sollen scheint, und der sie noch von einer anderen Seite her mit dem Aufmerksamkeitsfaktor, also einem zunächst nur psychologisch, nicht so sehr physiologisch zu fassenden Faktor in Verbindung bringt. Jaensch, Zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen (Ergänzungsbd. 4 der Ztsch. f. Psychologie, Leipzig 1909), geht aus vom Aubert-Försterschen Gesetz, der Tatsache, daß bei konstantem Gesichtswinkel der Prüfobjekte, zumeist Zahlen und Buchstaben, kleine nahe Zahlen und

Buchstaben auf einem größeren Teil der Netzhaut erkannt werden als große ferne, und gelangt zu einem neuen Verständnis derselben, indem er zeigt, daß die Ausdehnung des deutlich wahrgenommenen Teiles des Gesichtsfeldes auch, und zwar in sehr hohem Maße, von der scheinbaren Ausdehnung desselben, nicht nur von der Netzhautbildgröße abhängt. Dies führt weiter zur Einsicht, daß die scheinbare Größe beim Zustandekommen des Aubert-Försterschen Phänomens das Wesentliche ist; und damit kommt die Angelegenheit der Sehschärfe in nächste Beziehung zu zentralen Momenten, mit denen sie bisher noch kaum in Zusammenhang gebracht worden ist.

[22] Bemerkenswert hierzu die Ermittlungen über Übbarkeit der Sehschärfe bei Katzenellenbogen, Zentrale und periphere Sehschärfe des hell- und dunkeladaptierten Auges. Psycholog. Studien, III (1907).

[23] Die Formulierung eines Abhängigkeitsgesetzes neuestens versucht von Oguchi, Experimentelle Studien über die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität. Arch. f. Ophthalm., 66, 3 (1907), S. 155ff.

[24] Vgl. Zoth, a. a. O., S. 337.

[25] Aubert, a. a. O., S. 198ff., § 95: „Annähernde Bestimmung eines physiologischen Punktes".

[26] Asher, Über das Grenzgebiet des Licht- und Raumsinnes. Zeitsch. f. Biologie, 35 (N. F. 17) (1897).

[27] Vgl. dazu Schoute, Wahrnehmungen mit einem einzelnen Zapfen der Netzhaut. Ztsch. f. Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane, 19 (1899).

[28] Wundt, Grundzüge der physiol. Psyche, II, [6], 545.

[29] Helmholtz, Handb. der physiol. Optik, [2], 673.

[30] Siehe z. B. Helmholtz, a. a. O., S. 731. Einiges an neuerem Tatsachenmaterial hierzu bei Uhthoff, Weitere Beiträge zum Sehenlernen blindgeborener und später mit Erfolg operierter Menschen, sowie zu dem gelegentlich vorkommenden Verlernen des Sehens bei jüngeren Kindern, nebst psychologischen Bemerkungen bei totaler kongenitaler Amaurose. Ztsch. f. Psychol., 14 (1897), S. 197ff. — Ferner derselbe, Untersuchungen über das Sehenlernen eines

siebenjährigen blindgeborenen und mit Erfolg operierten Knaben (in Beiträge zur Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Helmholtz-Festschrift, Hamburg 1891, S. 113 bis 172).

[31] Stumpf, Über den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung. Leipzig 1873. S. 242.

[32] Siehe S. 182f.

[33] A. a. O., S. 182.

[34] Berkeley, An Essay towards a new theory of Vision. Works, ed. by A. C. Fraser, Oxford 1901, vol. I, S. 127 (section 2). (Zitat übersetzt vom Verf.) Siehe hierzu des Herausgebers Anmerkungen, a. a. O.

[35] Der Konvergenzwinkel wird in der Regel nicht auf die Gesichts-, sondern auf die Blicklinien bezogen, d. h. auf die geraden Verbindungslinien zwischen dem fixierten Punkt und den Drehungszentren (Drehpunkten) des Bulbus; da aber Gesichtslinie und Blicklinie nur sehr wenig voneinander abweichen (die Gesichtslinie temporal von der Blicklinie), so kommt es für die vorliegenden Zwecke auf das gleiche hinaus, ob wir den Konvergenzwinkel so oder so definieren.

[36] Nach Helmholtz, Physiol. Optik, [2], S. 115, genauer definiert als die Gerade, welche durch den Mittelpunkt des von der Hornhaut entworfenen Bildchens der Pupille geht.

[37] Wundt, Grundzüge der physiol. Psychologie, II, [6] (1910), S. 716 ff.

[38] Siehe hierzu: Kirschmann, Die Parallaxe des indirekten Sehens und die spaltförmigen Pupillen der Katze. Philosoph. Studien, IX (1894).

[39] Wundt, Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung Leipzig u. Heidelberg 1862. S. 105.

[40] Arrer, Über die Bedeutung der Konvergenz- und Akkommodationsbewegungen für die Tiefenwahrnehmung. Philosoph. Studien, XIII (1898), S. 116ff., 222ff.

[41] Die Bedingung des Ausschlusses jeder Augenbewegung war in den Versuchen, auf die sich der vorliegende Abschnitt beruft, nur zum Teile festgehalten. Aber auch so sind die Ergebnisse der Versuche für die obige Frage

durchaus verwertbar, abgesehen davon, daß Augenbewegungen in ihnen, wenn überhaupt, so doch gewiß nur in geringem Ausmaße vorgekommen sind.

[42] Hillebrand, Das Verhältnis der Akkommodation und Konvergenz zur Tiefenlokalisation. Zeitsch. f. Psychologie, VII (1894), S. 96ff. — Derselbe, In Sachen der optischen Tiefenlokalisation. Ebda., XVI (1898), S. 71ff.

[43] Bourdon, La perception visuelle de l'espace. Paris 1902. S. 283ff., 288ff.

[44] Robert Müller, Über Raumwahrnehmung beim monokularen indirekten Sehen. Philosoph. Studien, XIV (1898), S. 402ff.

[45] Kirschmann, Zum Problem der Grundlagen der Tiefenwahrnehmung. Philosoph. Studien, XVIII (1903), S. 118.

[46] Siehe Wundt, Grundz. der phys. Psychol., II, [6], S. 673, 690ff. — Dazu Helmholtz, Handb. der physiolog. Optik, [2], S. 935.

[47] Hillebrand, In Sachen der optischen Tiefenlokalisation. Zeitsch. f. Psychologie u. Physiol. der Sinnesorgane, XVI (1898), S. 82.

[48] Hillebrand, a. a. O., S. 79.

[49] Hillebrand, a. a. O., S. 80.

[50] Hillebrand, a. a. O., S. 80.

[51] Ebenda, S. 82.

[52] Siehe übrigens hierzu Näheres weiter unten S. 384f.

[53] Bourdon, a. a. O., S. 283.

[54] Im Gegensatz dazu Stumpf, Über den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung. Leipzig 1873. S. 199 u. 242. Danach soll, wie bereits erwähnt, die ursprüngliche, reine Gesamtempfindung „eine in gewisser Entfernung befindliche sphäroidische Fläche" zeigen, und der Empfindung eines jeden Netzhautelementes eine einzige bestimmte Tiefe, denen verschiedener Netzhautelemente verschiedene Tiefe zukommen. Stumpf stützt sich dabei auf seine Befunde über die Umkehrung des Reliefs bei Vertauschung der Netzhautbilder, besonders über die ursprüngliche Tiefenlage der Doppelbilder. Davon wird später die Rede sein. Seine

Versuche würden besondere Nachprüfung erfordern, da sie mit der unmittelbaren Erfahrung, der wir oben gefolgt sind, nicht ohne weiteres in Einklang stehen, übrigens ungemein heikel in der Durchführung sind.

[55] Wahrscheinlich steht diese hiermit präzisierte Tatsache der unbestimmten Tiefe in irgendeinem nahen oder näheren Zusammenhang mit dem Merkmal der sogenannten Voluminosität (voluminousness), das James den Gehörs-, Berührungs-, Gesichts- und Schmerz-Empfindungen gemeinsam zuschreibt und als die ursprüngliche Grundlage besonders der Gesichtsraumwahrnehmung hinstellt. Freilich läßt sich nicht alles, was er von seiner voluminousness aussagt, ohne weiteres auf unsere unbestimmte Tiefe übertragen. Siehe James, The principles of psychology. New-York 1890. II. Band, S. 134ff.

[56] A. a. O., S. 182.

[57] In gewissem Sinne kann die Arbeit von Sachs und Wlassak, Die optische Lokalisation der Medianebene, Ztsch. f. Psychol., 22 (1900), S. 23ff., herangezogen werden.

[58] Siehe Helmholtz, Physiol. Optik, [2], S. 684; Wundt, Grundzüge der phys. Psychol., II, [6], S. 592, wo aber doch nirgends auf eine vergleichende Messung dieses konstanten Fehlers im monokularen und binokularen Sehen Rücksicht genommen ist.

[59] Siehe S. 141ff.

[60] Siehe S. 264.

[61] Siehe Meinong, Über die Erfahrungsgrundlagen unseres Wissens. (Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft, Sonderhefte der Ztsch. f. d. physikal. u. chem. Unterricht, Heft 6. Berlin 1906. S. 58ff.)

[62] Wundt, Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung. Leipzig u. Heidelberg 1858—1862.

[63] Helmholtz, Handb. der phys. Optik, [2], S. 796.

[64] Donders, Die Projektion der Gesichtserscheinungen nach den Richtungslinien. Arch. f. Ophth., 17, 2 (1871), S. 1ff.

[65] Bourdon, La perception visuelle de l'espace. Paris 1902. S. 243ff.

[66] A. a. O., S. 248ff., wo auch Messungen anderer

verzeichnet sind. Bourdon hat bei seinen Messungen Augenbewegungen allerdings nicht ausdrücklich vermieden, sie waren aber für den Ausfall von unwesentlicher Bedeutung.

[67] Elschnig, Zur Kenntnis der binokularen Tiefenwahrnehmung. Arch. f. Ophthalmologie, 52, 2 (1901), S. 294ff.

[68] Heine, Über Orthoskopie. Arch. f. Ophth., 51 (1900), S. 563ff.

[69] Becker und Rollett, Beiträge zur Lehre vom Sehen der dritten Dimension. Sitzungsber. d. Wiener Akademie, mat.-nat. Kl., 43, II (1861), S. 667ff.; desgl. in Moleschotts Untersuchungen, VIII, 20.

[70] Siehe S. 76, 85, 90ff.

[71] Hillebrand, Die Stabilität der Raumwerte auf der Netzhaut. Ztsch. f. Psychol., 5 (1893), S. 1ff., § 29.

[72] Siehe S. 118f.

[73] Wheatstone, Contributions to the physiology of vision, I. On some remarkable and hitherto unobserved phenomena of binocular vision. Philos. Transactions, 2 (1838), S. 371ff.

[74] Siehe S. 167.

[75] Rollett, Physiologische Versuche über binokulares Sehen, angestellt mit Hilfe planparalleler Glasplatten. Sitzungsberichte der Wiener Akad. d. Wiss., mat.-nat. Klasse, XLII (1860).

[76] Hering, Die Gesetze der binokularen Tiefenwahrnehmung. Archiv f. Anatomie u. Physiologie, 1865, S. 79ff. u. 152ff. — Derselbe, Beiträge zur Physiologie, 5. Heft, Vom binokularen Tiefensehen. Leipzig 1864.

[77] Näheres in Hermanns Handbuch der Physiologie, III, 1 (Hering, Raumsinn des Auges), S. 392ff.

[78] Hillebrand, In Sachen der optischen Tiefenlokalisation. Ztsch. f. Psychol., Bd. XVI (1898), S. 71ff., speziell S. 138ff.

[79] A. a. O., S. 141.

[80] A. a. O., S. 95f.

[81] Stumpf, Über den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung. Leipzig 1873. S. 196.

[82] Hering, Beiträge zur Physiologie, 5. Heft. Leipzig 1864. S. 323ff.

[83] A. a. O., § 126, Vom Orte der Trugbilder, S. 335ff., bes. S. 340f.

[84] Über den psychol. Ursprung der Raumvorstellung. § 12, S. 217ff., bes. S. 239.

[85] Handbuch der physiol. Optik, [2], S. 964f.

[86] Siehe z. B. Aster, Beiträge zur Psychologie der Raumwahrnehmung. Ztsch. f. Psychol., 43 (1906), S. 201.

[87] Vgl. darüber Heine, Über Wahrnehmung und Vorstellung von Entfernungsunterschieden. Archiv für Ophthalmologie, 61 (1905), S. 484ff. — Derselbe, Über Körperlichsehen im Spiegelstereoskop und im Doppelveranten. Verhandlungen d. Ges. deutscher Naturforscher und Ärzte, 76 (1904). Leipzig 1905. II, 2, S. 345.

[88] Vgl. dazu auch Claparède, Stéréoscopie monoculaire paradoxale. Annales d'Oculistique, 132 (1904), S. 465f.

[89] Vgl. dazu fürs erste Zoth in Nagels Handbuch der Physiologie, III, S. 421—432; Manchot, Das Stereoskop, seine Anwendungen in den technischen Wissenschaften, Leipzig 1903; Hartwig, Das Stereoskop und seine Anwendungen (Aus Natur und Geisteswelt, Bd. 135). Leipzig 1907. — Die zur Geschichte des Stereoskopes wichtigen und interessanten Originalabhandlungen finden sich nunmehr gesammelt herausgegeben und leicht zugänglich in Ostwalds Klassikern der exakten Wissenschaften, 168. Bändchen.

[90] Siehe S. 139.

[91] Siehe hierzu: Heine, Über stereoskopisches Sehen und Photographieren. Photographisches Zentralblatt, VIII, S. 169ff., 211ff., 309ff. — Kothe, Über Tiefenvorstellung und Tiefenwahrnehmung und ihre Beziehung zur stereoskopischen Photographie. Ztsch. f. wissensch. Photographie. I. Leipzig 1903. S. 268ff., 305ff. — Heine, Über die richtige Plastik in Stereophotogrammen. Ztsch. f. wissensch. Photographie, II (1904), S. 65ff., 108ff.

[92] Vgl. dazu allenfalls: Lohmann, Zur Frage der Ontogenese des plastischen Sehens. Ztsch. f. Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane, 2. Abteilung (Ztsch. f. Sinnesphysiologie), 42 (1908), S. 130ff.

[93] Pulfrich, Über eine Prüfungstafel für stereo-

skopisches Sehen. Ztsch. f. Instrumentenkunde, XXI (1901), S. 247ff.

[94] Siehe hierzu Weinhold, Über das Sehen mit längsdisparaten Netzhautmeridianen, Arch. für Ophthalm., 54 (1902), S. 201ff. — Heine, Über die Bedeutung der Längenwerte für das Körperlichsehen. Bericht über die 31. Vers. der Ophthalm. Gesellsch. zu Heidelberg 1903 (Wiesbaden 1904), S. 179ff. — Auch schon: Hillebrand, Die Stabilität der Raumwerte auf der Netzhaut. Ztsch. f. Psychologie, V (1893), S. 31.

[95] Depène, Über die Abhängigkeit der Tiefenwahrnehmung von der Kopfneigung. Klin. Monatsbl. f. Augenheilkunde, 43, 1 (1905), S. 48ff.

[96] Siehe unten S. 333f.

[97] Straub, Über monokulares körperliches Sehen nebst Beschreibung eines als monokulares Stereoskop benutzten Stroboskopes. Ztsch. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane, 36 (1904), S. 431ff.

[98] Schmidt-Rimpler, Über eine Methode, um das Körperlichsehen beim Monokularsehen zu heben. Münchener medizinische Wochenschrift, 1902, S. 633.

[99] Vgl. dazu Wirth, Die Klarheitsgrade der Regionen des Sehfeldes bei verschiedenen Verteilungen der Aufmerksamkeit. Psycholog. Studien, herausg. von Wundt, II, S. 30ff. (1906).

[100] Wie ich trotz der sonstigen Zusammenhänge gegen Lohmann, „Über den Wettstreit der Sehfelder und seine Bedeutung für das plastische Sehen", Ztsch. f. Psychol., 40 (1905), festhalten muß.

[101] Siehe die ausführliche Behandlung dieses Punktes bei Helmholtz, Physiol. Optik, [2], S. 885ff.; Hering (Hermanns Handbuch, III/1), S. 430ff.; Bourdon, La perception visuelle de l'espace, S. 208ff.

[102] Pfeifer, Über Tiefenlokalisation von Doppelbildern. Psycholog. Studien, II, Heft 3, 4, S. 129ff. Leipzig 1907. — Tschermak und Höfer, Über binokulare Tiefenwahrnehmung auf Grund von Doppelbildern. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie, 98 (1903), S. 299. — Hering, Die

Gesetze der binokularen Tiefenwahrnehmung. Arch. f. Anat., Physiol. und wissensch. Med., herausg. von Reichart und Du Bois-Reymond, 1865, S. 79ff. u. 152ff. — Hering (Hermanns Handbuch, III/1), S. 428ff. — Helmholtz, Physiol. Optik, [2], S. 868f.

[103] A. a. O.

[104] Brückner und Brücke, Zur Frage der Unterscheidbarkeit rechts- und linksäugiger Gesichtseindrücke. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie, 90 (1902), S. 290ff. — Bourdon, a. a. O., 225ff. — Brückner und Brücke, Über ein scheinbares Organgefühl des Auges. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol., 91 (1902), S. 360ff. — Dieselben, Nochmals zur Frage der Unterscheidbarkeit rechts- und linksäugiger Eindrücke. Ebenda, Bd. 107 (1905), S. 263ff. Auch scheinbare Lokalisationsunterschiede sind in diesen Arbeiten berührt.

[105] Hillebrand, Die Stabilität der Raumwerte auf der Netzhaut. Zeitschr. für Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane, 5 (1893), S. 17. — Die geschilderte Beobachtung ist zuerst gemacht worden von Hering, Beiträge zur Physiologie, 5. Heft (1864), § 118, bes. S. 298; dann auch in Hermanns Handbuch, III, 1, S. 401f. — und von Helmholtz, Physiol. Optik, [1], S. 654 (1860), 2. Aufl., S. 801.

[106] A. a. O., woselbst alles Nähere nachzusehen.

[107] Hillebrand, a. a. O.

[108] Tschermak, Beitrag zur Lehre vom Längshoropter. (Über die Tiefenlokalisation bei Dauer- und bei Momentreizen. Nach Beobachtungen von Dr. T. Kiribuchi.) Arch. f. d. ges. Physiol., 81 (1900), S. 328ff.

[109] Vgl. dazu den übrigens nicht mit uneingeschränkter Zustimmung aufzunehmenden Artikel Herbertz, Überblick über die Geschichte und den gegenwärtigen Stand des psychophysiologischen Problems der Augenbewegung. Ztsch. f. Psychologie, 46 (1908), S. 123ff.

[110] Dearborn, The Psychology of Reading, Columbia University Contributions to philosophy and psychology, XIV/1 (1906), (zitiert nach Referaten). — Dodge and Cline, The angle velocity of eye movements, Psych. Rev.,

VIII (1901) S. 145ff. — Dodge, Five types of eye movement in the horizontal meridian plane of the field of regard. Americ. Journal of Physiology, VIII (1903), S. 307ff.

[111] Erdmann und Dodge, Psychologische Untersuchungen über das Lesen auf experimenteller Grundlage. Halle 1898. S. 70ff.

[112] Holt, Eye-Movement and Central Anaesthesia. Psychol. Review, Monograph Supplements, IV (1903) (Harvard Psychological Studies, I).

[113] Siehe die übersichtliche Zusammenstellung bei Zoth, in Nagels Handbuch der Physiologie, III, 2 (1905), S. 363.

[114] Hering, Die Lehre vom binokularen Sehen, 1868, S. 44ff.

[115] Wundt, Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung. 6. Abhandlung. Ztsch. f. rat. Medizin, 3. Reihe, 15 (1862), S. 143. Zitiert von Hering in Hermanns Handbuch der Physiologie, III, 1, S. 547; ferner bei Arrer u. v. a.

[116] Siehe S. 119ff. und früher. Andererseits hiezu neuerdings Haberlandt, Studien zur optischen Orientierung im Raume und zur Präzision der Erinnerung an Elemente derselben. Ztsch. f. Sinnesphysiologie, 44 (1910), S. 231ff.

[117] Über die Natur des Unanschaulichen und der indirekten Vorstellungen siehe das Nötige bei Meinong, Über Annahmen. Leipzig 1902. S. 22, 109ff., 116, 137, 263.

[118] Von weiteren psychologischen und gegenstandstheoretischen Feinheiten wollen wir hier absehen.

[119] Über das Wesen der „psychischen Prozesse" siehe Witasek, Grundlinien der Psychologie. Leipzig 1908. S. 71, 81.

[120] Siehe S. 204.

[121] Hering, in Hermanns Handb. d. Physiologie, III, 1, S. 534f. Ein „positiver Zuwachs" des Breitenwertes eines Netzhautpunktes heißt, daß dieser Netzhautpunkt um ein dem Zuwachs entsprechendes Stück weiter rechts lokalisiert.

[122] Hillebrand, Das Verhältnis von Akkommodation und Konvergenz zur Tiefenlokalisation. Ztsch. f. Psychologie, VII (1894), S. 150.

[123] Ebenda, S. 535.

[124] Ebenda.

[125] Hering, a. a. O., S. 534.

[126] Hering, a. a. O., S. 548.

[127] Bielschowsky, Über monokuläre Diplopie ohne physikalische Grundlage nebst Bemerkungen über das Sehen Schielender. Arch. f. Ophthalm., 46, 1, S. 143ff.

[128] Tschermak, Über anomale Sehrichtungsgemeinschaft der Netzhäute bei einem Schielenden. Arch. f. Ophthalm., 47, 3 (1899), S. 508ff. — Derselbe, Über physiologische und pathologische Anpassung des Auges. Vortrag. Leipzig 1900. (31 S.)

[129] Siehe oben S. 224f.

[130] Siehe oben S. 225.

[131] Siehe hierzu übrigens auch: Holt, Eye-movements during dizziness. Harvard psychological Studies, II, Boston and New-York 1906; ferner derselbe, Vision during dizziness. (Ebenda.)

[132] Eine weitere Beobachtung, die sich der Heringschen Theorie höchstwahrscheinlich nicht fügt, siehe bei Witasek, Lokalisationsdifferenz und latente Gleichgewichtsstörung. Zeitschr. f. Psychol., Bd. 53, S. 60ff., bes. S. 71ff. (1909).

[133] Diese Auffassung dürfte sich mit der von Tschermak vertretenen aufs engste berühren. Vgl. hes. Tschermak, Über die absolute Lokalisation bei Schielenden. Arch. f. Ophth., 55 (1903), S. 40ff.; ferner derselbe, Ergebnisse der Physiologie, IV, S. 559 (1905).

[134] Mac Dougall, The subjective horizon. Psychol. Rev., Monograph Supplements, IV (Harvard, Psychological Studies I), S. 145ff. (1903).

[135] Hering, Beiträge zur Physiologie, 2. Heft. Leipzig 1862. §§ 63ff.

[136] Hering, a. a. O., S. 160.

[137] Eine ausreichende Untersuchung dieses Verhältnisses in allen einzelnen Fällen liegt übrigens noch nicht vor.

[138] Alles Nähere darüber siehe bei Witasek, Zur Lehre von der Lokalisation im Schraum. Ztschr. f. Psychol., Bd. 50, S. 161ff. (1908), und derselbe, Lokalisationsdiffe-

renz und latente Gleichgewichtsstörung, ebda., Bd. 53, S. 60ff. (1909).

[139] Hering, in Hermanns Handbuch der Physiologie, III, 1, S. 386ff.

[140] Siehe S. 249.

[141] Hering, in Hermanns Handbuch, III, 1, S. 392. Der Sinn dieses Satzes findet sich bekanntlich ähnlich auch anderwärts, z. B. bei Helmholtz, Phys. Optik, [2], S. 756.

[142] Siehe hierzu: Witasek, Zur Lehre von der Lokalisation im Sehraum, Ztschr. f. Psych., Bd. 50, und derselbe, Lokalisationsdifferenz und latente Gleichgewichtsstörung, ebenda, Bd. 53.

[143] Siehe Witasek, a. a. O.

[144] Tschermak, Über die absolute Lokalisation bei Schielenden. Arch. f. Ophthalm., 55 (1903), S. 1ff., bes. S. 18ff.

[145] Ebenda, S. 14, Tab. I u. Zusammenfassung, S. 19.

[146] Rosenbach, Über monokulare Vorherrschaft beim binokularen Sehen. Münchener mediz. Wochenschrift, Jahrg. 50 II. (1903), SS. 1290, 1882. Dazu Hirsch, ebenda, S. 1461.

[147] Hoefer, Beitrag zur Lehre vom Augenmaß bei zweiäugigem und bei einäugigem Sehen. Pfl. Arch. f. d. ges. Physiologie, 115 (1906), S. 483ff.

[148] Volkmann, in Helmholtz' Physiolog. Optik, 2. Aufl., S. 665.

[149] Fick, Neue Versuche über die Augenstellungen, Moleschotts Untersuchungen, V, 1858, S. 193. — Meißner, Über die Bewegungen des Auges. Nach neuen Versuchen. Ztschr. f. rat. Med., 3. R., VIII, 1860, S. 1.

[150] U. a., wenn ich nicht irre, durch Donders.

[151] Ruete, Lehrbuch der Ophthalmologie, [2], Band I (Braunschweig 1855), S. 37. — Listing, Göttinger Nachrichten. 1869, Nr. 21.

[152] Helmholtz, Über die normalen Bewegungen des menschlichen Auges. Arch. f. Ophth., IX (2), S. 153ff. (1863).

[153] Ahlström, Über die Bewegungsbahnen des Auges. X. Congr. internat. d'Ophthalmologie, Luzern 1904,

B, S. 253ff. — Die ältere Literatur über diesen Gegenstand siehe bei Helmholtz.

[154] Zu näherer Erläuterung und Literaturnachweis siehe etwa Hering, in Hermanns Handbuch, III (1), S. 496ff., und Zoth, in Nagels Handbuch der Physiologie, III, S. 316f. (In letzterer Darstellung übrigens ein kleines Versehen in der Formulierung der Gesetzmäßigkeit. Es soll heißen weniger nach innen geneigt, nicht „weiter nach innen geneigt".)

[155] Nach Landolt bei Aubert, Physiologische Optik, in Graefe-Saemisch, Handbuch der ges. Augenheilkunde, II/2. Leipzig 1876. S. 662.

[156] Meinong, Über Raddrehung, Rollung und Aberration. Ztschr. f. Psychologie, XVII (1898), S. 161ff.

[157] Meinong, a. a. O., S. 197f.

[158] Helmholtz, Handbuch der phys. Optik, [2], S. 619.

[159] Vgl. Näheres darüber bei Meinong, a. a. O.

[160] Siehe Meinong, a. a. O., S. 203f.

[161] Hering, Die Lehre vom binokularen Sehen. Leipzig 1868. S. 106. Der Beweis dafür dortselbst allerdings nur angekündigt, in Hermanns Handbuch, III (1), S. 495, kurz charakterisiert.

[162] Näheres dazu siehe bei: Hering, Die Lehre vom binokularen Sehen. Leipzig 1868. § 19.

[163] Handb. d. physiol. Optik, [2], S. 644f.

[164] Siehe S. 270ff.

[165] Vgl. den historischen Rückblick bei Nagel, Über kompensatorische Raddrehungen der Augen. Ztschr. f. Psychologie, XII (1896), S. 331ff.

[166] Angier, Vergleichende Messung der kompensatorischen Rollungen beider Augen. Ztschr. f. Psychol., 37 (1904), S. 225.

[167] Nagel, a. a. O. — Dazu auch Feilchenfeld, Zur Lageschätzung bei seitlichen Kopfneigungen. Ztschr. f. Psychologie, 31 (1903), S. 127. — Bárány, Apparat zur Messung der Gegenrollung der Augen bei sagittaler Neigung des Kopfes. Ztschr. f. Augenheilk., XV (1906), S. 90.

[168] Nagel, a. a. O.

[169] Aubert, Eine scheinbare bedeutende Drehung von

Objekten bei Neigung des Kopfes nach rechts und links. Virchows Archiv für patholog. Anatomie, XX (1860).

[170] Aubert, Physiologie der Netzhaut. Breslau 1865. § 122, S. 277f.

[171] Siehe hauptsächlich: Sachs und Meller, Untersuchungen über die optische und haptische Lokalisation bei Neigungen um eine sagittale Axe. Ztschr. f. Psychol., XXXI (1903), S. 89ff.; ferner dieselben, Über die optische Orientierung bei Neigung des Kopfes gegen die Schulter. Arch. f. Ophth., 52 (1901), S. 387ff. — Alexander und Bárány, Psychophysiologische Untersuchungen über die Bedeutung des Statolithenapparates für die Orientierung im Raum an Normalen und Taubstummen. Ztschr. f. Psychol., 37 (1904), S. 321ff. u. 414ff. — Siehe ferner Allers, Zur Pathologie des Tomuslabyrinths. Monatsschrift f. Psychiatrie und Neurologie, 26 (1909), S. 116ff.

[172] Sachs und Meller, a. a. O.

[173] Siehe Feilchenfeld, a. a. O.; Nagel, a. a. O.; Bourdon, La perception visuelle de l'espace, S. 166ff.

[174] Bourdon, Influence de la force centrifuge sur la perception de la verticale. Année psychologique, XII (1906), S. 84ff. — Die Umkehrbarkeit, genauer Wechselseitigkeit der Verhältnisse, vertreten von Rádl, Über einige Analogien zwischen der optischen und der statischen Orientierung. Arch. f. Anat. u. Physiol., physiol. Abtlg., 1905, S. 279ff.

[175] Breuer und Kreidl, Über die scheinbare Drehung des Gesichtsfeldes während der Einwirkung einer Zentrifugalkraft. Arch. f. d. ges. Physiologie, 70 (1898), S. 494ff. Vgl. dazu auch Sachs, Über labyrinthogene Störungen der Blickbewegung. X. Congr. d'Ophthalm. Luzern 1904. B, S. 264.

[176] Stein, Über einen neuen selbständigen, die Augenbewegungen automatisch regulierenden Apparat. Zentralbl. f. Physiol., XIV, 1900, Nr. 9, S. 222ff.

[177] Urbantschitsch, Über Störungen des Gleichgewichtes und Scheinbewegungen. Ztschr. f. Ohrenheilkunde, 31 (1897), S. 234ff.

[178] Nagel, Über das Aubertsche Phänomen und ver-

wandte Täuschungen über die vertikale Richtung. Ztschr. f. Psychol., 16 (1898), S. 373ff.

3. Kapitel.

[1] Siehe S. 6ff.

[2] Über das Wesen des Messens siehe: Meinong, Über die Bedeutung des Weberschen Gesetzes, Ztschr. f. Psychol., XI (1896), und Mally, Untersuchungen zur Gegenstandstheorie des Messens, in Untersuchungen zur Gegenstandstheorie u. Psychologie, hg. von Meinong. Leipzig 1904.

[3] Siehe Ehrenfels, Über Gestaltqualitäten. Vierteljahrsschrift f. wiss. Philos. 1890. — Meinong, Zur Psychologie der Komplexionen und Relationen. Ztschr. f. Psychol., II (1891). — Derselbe, Über Gegenstände höherer Ordnung. Ebenda, XXI (1899). — Ameseder, Über Vorstellungsproduktion, in Untersuchungen zur Gegenstandstheorie u. Psychologie, hg. v. Meinong. Leipzig 1904. — Eine bequeme übersichtliche Zusammenstellung des Wichtigsten in Witasek, Grundlinien der Psychologie. Leipzig 1908. S. 222ff.

[4] Innerhalb der den vorliegenden Gegenstand betreffenden Spezialliteratur dürfte dieser Meinung am nächsten stehen F. Schumann mit seinen „Beiträgen zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen" (I, Ztschr. f. Psych., Bd. 23; II, ebenda, Bd. 24; III, ebenda, Bd. 30; IV, ebenda, Bd. 36; auch separat gesammelt und erschienen Leipzig 1904). Es kommen in diesen Aufsätzen freilich hin und wieder auch Stellen vor, die, übrigens keineswegs nur nebenbei gegeben, nicht in diese Verwandtschaft passen. So z. B. I, S. 24: „Ferner ist zu erwähnen, daß die herausgehobenen Elemente sich von den andern isolieren und gewöhnlich ein einheitliches Ganzes bilden. Hieraus dürfen wir aber nicht schließen, daß die Zusammenfassung zu Einheiten eine Funktion ist, welche mit der Funktion des Heraushebens einfach zusammenfällt. Denn wie wir oben gesehen haben, läßt sich eine herausgehobene Gruppe von Elementen wieder in verschiedene Untergruppen zerlegen (z. B. die „Neun" in eine ‚Fünf' und eine ‚Vier')." Fragt man aber daraufhin, worin denn nun eigentlich diese Funktion des Zusammenfassens

zu einer Einheit bestehe, so findet man in der ganzen Artikelreihe nur die negative Antwort, daß sie nicht als Vorstellungsproduktion (Bilden von „Gestaltsqualität"-Vorstellungen, wie der dortige Ausdruck noch lautet) zu nehmen sei, da die Existenz einer solchen als unerwiesen betrachtet werden müsse. Sonst aber ist überall in den bezeichneten Publikationen so viel und so ständig von Aufmerksamkeit die Rede, in all den zahlreichen Hinweisen auf die Variabilität der Gestaltauffassung gegebener Elemente ist der jeweilige Ausfall der Gestalt immer nur mit der jeweiligen Aufmerksamkeitsrichtung in Verbindung gebracht, daß man sich des Eindrucks nur schwer erwehren kann, daß der Autor in der Aufmerksamkeit das gestaltvorstellung-bildende Moment erblickt, dies um so mehr, als ausdrücklich nur der unwillkürlichen Aufmerksamkeit die Funktion der Gestaltbildung (genauer Bildung der Gestaltvorstellung) abgesprochen wird. So heißt es I, S. 27: „Bei dem auf der Spitze stehenden Quadrate sind je zwei symmetrisch zur Medianebene liegende Seiten besonders innig miteinander verbunden. Hier können wir sagen, daß sich die beiden Linien eines Paares immer gleichzeitig der Aufmerksamkeit aufdrängen. Betrachte ich aber das auf der Seite stehende Quadrat, und fasse ich dann willkürlich zwei in einer Ecke zusammenstoßende Seiten zur Einheit zusammen, so kann keine Rede davon sein, daß sich die beiden Seiten gleichzeitig der Aufmerksamkeit aufdrängten, und doch habe ich jetzt von diesem Quadrat den gleichen Eindruck, wie von dem auf der Spitze stehenden Quadrate. Der Umstand, daß sich zwei Seiten gleichzeitig der Aufmerksamkeit aufdrängen, kann demnach nicht maßgebend sein für den Eindruck der Einheitlichkeit, den ich von ihm habe." Also nicht, daß sie sich der Aufmerksamkeit aufdrängen, d. h. unwillkürliche Aufmerksamkeit erregen, ist für den Einheitlichkeitseindruck maßgebend, sondern, daß sie überhaupt von der Aufmerksamkeit erfaßt werden — das müßte man wohl zunächst herauslesen aus den zitierten Zeilen. Indes völlig sicher ist die Meinung des Autors in dieser Sache nicht herauszubekommen. Dazu

sind in seiner Darstellung die drei von vornherein möglichen Fälle, die für die vorliegende Frage in Betracht kommen, zu wenig ausdrücklich auseinandergehalten, nämlich die Fälle: 1) die Funktion des zu einer Gestalt Zusammenfassens gewisser Elemente ist mit dem gleichzeitigen Hinlenken der Aufmerksamkeit auf dieselben identisch; 2) die Funktion des Zusammenfassens ist mit dem Hinwenden der Aufmerksamkeit nicht identisch; daß aber gewisse Elemente überhaupt dazu gelangen, zu einer Einheit zusammengefaßt zu werden, das hängt davon ab, daß sie gleichzeitig von der Aufmerksamkeit erfaßt werden; 3) Zusammenfassen und gleichzeitig zum Gegenstand der Aufmerksamkeit machen sind nicht identisch, und daß gewisse Elemente unter Umständen zugleich Gegenstand der Aufmerksamkeit werden, kommt eben daher, daß sie, weil zusammengefaßt, eine Einheit bilden. Diese drei Positionen wären also, wenn es sich um die Entscheidung der Frage handelt, sorgfältig und scharf auseinanderzuhalten. Schumann scheint nicht genügendes Gewicht darauf gelegt zu haben, und so ist seine Meinung nicht leicht mit Sicherheit erkennbar. Gewiß ist nur, daß er die Aufmerksamkeit in dem Prozesse des Zusammenfassens mehrerer Elemente zu einer Einheit, zu einer Gestalt, eine ganz wesentliche Rolle spielen läßt, des näheren jedoch bestimmt er diese Rolle nicht, zum mindesten kommt eine solche Bestimmung nicht sicher und klar genug zum Ausdruck. Den zitierten Arbeiten ist indes schon dadurch bleibender Wert gesichert, daß sie das vorher nur von wenigen beachtete Problem selbständig erkennen, eindringlich vor Augen führen und ein umfangreiches Material an gut beobachteten Tatsachen dazu gesichtet und geordnet zur Verfügung stellen. — Zu den im Text angeführten Gründen die Aufmerksamkeitstheorie s. Benussi, wie u. Anm. 24.

[5] Siehe Witasek, Beiträge zur Psychologie der Komplexionen. Ztschr. f. Psychol., XIV (1896), S. 401 ff.

[6] Auch Schumann (a. a. O.) kommt in seinen Gedankengängen, freilich ohne es Wort haben zu wollen, unwillkürlich immer wieder auf einen die Einheitlichkeit des Komplexes hervorbringenden eigenen Prozeß. Er spricht wieder-

holt vom „Verbinden" der Elemente (z. B. I, S. 28f.), läßt von dem Eintreten dieses Verbindens das Zustandekommen des einheitlichen Komplexes, von der Art des Verbindens den Ausfall der Art des Komplexes abhängig sein, behandelt es aber im übrigen stets als eine quantité négligeable. Daß dieses Verbinden *auch etwas* ist, davon ist nicht die Rede. Was unsere Auffassung vor der Schumanns voraus hat, ist also im Grunde, soweit es sich um das Wesentliche handelt, nur das, daß wir dieses Verbinden zunächst als *auch etwas*, als ein psychisches Geschehen, einen psychischen Prozeß (zum Begriff des psychischen Prozesses siehe meine Grundlinien der Psychologie, S. 71, 81) anerkennen, sein Wesen und seine Eigenschaften untersuchen, mindestens als ein Problem hinstellen, und meinen, daß es am besten als Vorstellungsproduktion zu charakterisieren ist. Schumann aber wendet sich mit aller Entschiedenheit gegen die Annahme eines solchen eigenen Prozesses, spricht jedoch dabei ganz ungezwungen vom Verbinden, übersieht also, daß er damit schon etwas Eigenes, Besonderes neben Empfinden, Aufmerken, Herausheben etc. in der Hand hält und ausgiebig damit operiert. Um dieses Verbinden handelt es sich ja gerade. Denn es ist weder ein psychologisches Nichts, noch ist zu seiner Erkenntnis mit dem Wort „verbinden" bereits genug getan. Es ist ja nur ein Bild, nur eine Metapher, was dies Wort besagt; die Sache aber und ihr Wesen aufzudecken, das ist die Aufgabe. Vor allem aber muß man zur Einsicht kommen, daß man da tatsächlich vor einem wirklichen und eigenartigen psychischen Geschehen steht, das eigene Beachtung heischt. Wie fruchtbar die Anregungen sind, die ihren Ausgang von dieser Einsicht aus genommen haben, das hat sich in der weiteren Entwicklung und umfangreichen Ausgestaltung des Grundgedankens bereits erwiesen.

[7] Mit diesen Ausführungen soll zunächst nur auf die unbefangene Auffassung und Anerkennung der offen zutage liegenden Tatsachen hingeleitet werden, während von einer eigentlichen Beweisführung an der vorliegenden Stelle Abstand genommen werden muß. Zur Ergänzung sei deshalb

auf die ausführliche Behandlung der Angelegenheit in der bereits zitierten Spezialliteratur verwiesen. Es ließe sich zeigen, daß sich auch in diesem Punkte die Ansicht Schumanns zu der unsrigen ähnlich verhält, wie in dem in der vorigen Anmerkung besprochenen Punkte. Auch hier liegt der ganze Dissens wie es scheint nur darin, daß wir es erkennen und zugeben, daß die Gesamtvorstellung gegenüber der Summe der Teilvorstellungen ein Plus enthält, während er dieses Plus zwar gleichfalls charakterisiert und verwertet, jedoch seine Existenz nicht zugeben, das Kind nicht mit dem rechten Namen nennen will. Was sollte sonst z. B. folgender Passus heißen, dem übrigens noch viele analoge anzureihen wären: „Wir haben eben außer mit Vorstellungsinhalten noch mit einer mehr oder weniger innigen Verbindung von Vorstellungsinhalten zu Einheiten als einer besonderen Bewußtseinstatsache zu rechnen“ (I, S. 30)? Diese „Verbindung von Vorstellungsinhalten zu Einheiten“, was ist sie doch? Sie kann doch unmöglich etwas sein, das sich nur im Unbewußten abspielt. Verbindung heißt hier nicht „das Verbinden“, nicht „das Verbundene“, nicht „das Verbunden sein“, sondern geradezu „das (in der Vorstellung) erscheinende Verbunden sein“. Schumann nennt sie ja selbst eine besondere Bewußtseinstatsache und will damit offenbar sagen, daß sie nicht etwas Unbewußtes ist. Und wenn wir sie noch positiv interpretieren, so wird es wohl nicht anders gehen, als daß wir sie gleichfalls als Vorstellungsinhalt gelten lassen. Was sollte es sonst, wenn es schon zugegebenermaßen Bewußtseinstatsache ist, anderes sein? Mit seiner Hilfe stellen wir Gestalten, verschiedene Gestalten vor. Die verschiedenen Verbindungen (im Schumannschen Sinne) gehören also am natürlichsten in den Inhalt der Gestaltvorstellungen. Wenn die Inhalte der Gestaltvorstellungen nicht verschieden wären, so könnten wir nicht verschiedene Gestalten durch sie erfassen. Freilich sind solche Inhalte („Verbindung“) von etwas anderer Art als die der Empfindungen; deshalb dürfen sie aber doch als Vorstellungsinhalte nicht übersehen werden. — Dies zur beiläufigen Charakteristik des Dissenses; eine

vollständige Auseinandersetzung mit Schumann würde hier zu lange aufhalten.

[8] Das letztgenannte Merkmal gibt eine der gewichtigsten Schwierigkeiten ab, die der sonst gut erdachten Theorie v. Asters über das Wesen des Tiefeneindruckes entgegenstehen. (Siehe E. v. Aster, Beiträge zur Psychologie der Raumwahrnehmung, Ztschr. f. Psychologie, 43 (1906/07), S. 161 ff.). Dieser Autor sieht in dem Tiefeneindruck eine „Auffassungsform", wobei er unter Auffassungsform dasselbe meint wie Schumann, wenn er von den verschiedenen Möglichkeiten spricht, in denen z. B. ein und dieselbe Anhäufung von Punkten (zu Gestalten zusammen- oder) aufgefaßt werden kann. Da wir gesehen haben, daß das, was Schumann mit seinem Zusammenfassen, Verbinden, Auffassen meint, sich, scharf gefaßt, als unsere Vorstellungsproduktion entpuppt, so müssen wir auch Asters Lehre unter diesem Gesichtspunkte betrachten. Danach soll der Tiefeneindruck eine produzierte Vorstellung sein, während die produzierenden Vorstellungen dazu in Vorstellungen von Ortsbestimmungen lägen, denen zunächst jede Art von Tiefeneigenschaft abgeht. Was an dieser Auffassungsweise als erstes befremdlich auffällt, ist, daß ihr zufolge, ganz gegen alle sonstige Analogie der Vorstellungsproduktion, der Inhalt der produzierenden Vorstellungen selbst durch den Vorgang der Produktion eine wesentliche Veränderung erfährt, indem er, nicht etwa, wie es ja auch sonst vorkommt, nur in einem seiner ihm bereits ursprünglich zugehörigen Merkmale eine geringfügige Beeinflussung erleidet, sondern geradezu ein neues Merkmal, das der Tiefenbestimmtheit, hinzuerhält. Außerdem aber stimmt der hier vorliegende Sachverhalt gerade darin nicht mit dem der richtigen Vorstellungsproduktion, daß die Notwendigkeitsrelation, die sonst für das Verhältnis des Gegenstandes der produzierten Vorstellung zu den Gegenständen der produzierenden Vorstellungen charakteristisch ist, hier gänzlich fehlt. Die tiefenlosen Ortsbestimmtheiten haben gar keine notwendige Beziehung zu der in der Tiefe sich erstreckenden Gestalt, zu der sie allenfalls verwendet werden können. — Übrigens

ließen sich auch noch andere Unstimmigkeiten zwischen Vorstellungsproduktion und „Tiefe als Auffassungsform" nachweisen. Freilich wird der Autor darauf erwidern, es falle ihm gar nicht ein, mit seiner Auffassungsform an unsere Vorstellungsproduktion zu denken; die Auffassungsform sei das, als was er sie in seinem Aufsatz analysiere, und nichts weiter. Dann ist es aber allerdings vorbei mit einem eigenen Vorstellungsinhalte und Vorstellungsgegenstande „Tiefe", und was das Wort bezeichnet, ist nicht ein Etwas, ein Gegenstand, den wir vorstellen, sondern ein Wie, ein Quale am psychischen Prozeß des Vorstellens. Es liegt uns gänzlich ferne, zu meinen, daß wir mit diesen fragmentarischen Bemerkungen die Lehre Asters schon nach Gebühr gewürdigt hätten; das wäre Sache monographischer Behandlung. Hier läßt sich nur auf unsere Darstellung zurückverweisen, in der wir die Tiefe als Inhalt und als Gegenstand eigener Art dargetan zu haben glauben. Die Tatsachenbeobachtungen Asters können immerhin zum größten Teile respektiert und hingenommen werden, und auch die Hypothese wäre nicht a priori von der Hand zu weisen, daß sich auf Grund der von ihm geschilderten Auffassungsformen ein neuer Inhalt, das Tiefenmerkmal, phylogenetisch entwickelt habe. Ein Nachweis dafür ist freilich durch v. Asters Darlegungen keineswegs erbracht, zumal er überdies zu der der Meinung des Autors gerade entgegengesetzten Lehre führte. Immerhin mag ein Keim dazu bei ihm gefunden werden.

Nebenbei sei noch bemerkt, daß sich die „Auffassungsform" bei Aster geradezu prononciert fast ausschließlich als Angelegenheit der Aufmerksamkeit gibt, und daß bei den nahen Beziehungen, die in diesen Dingen zwischen seiner und Schumanns Denkweise offenbar bestehen, daraus der Art, wie wir dieses letzteren Forschers Meinung zuvor interpretieren zu müssen meinten, ein neuer Rechtfertigungsgrund erwächst.

[9] Vergleiche dazu, jedoch von unseren Gesichtspunkten aus, die Ansätze, die Seyfert in seiner Arbeit „Über die Auffassung einfachster Raumformen" (Philos. Stud., XIV,

XVIII) zur Behandlung dieser Dinge beibringt. Siehe hierzu auch das Referat des Verfassers über diese Arbeit in der Ztschr. f. Psychologie, 22 (1900), S. 150.

[10] Über den Begriff der Vorstellungs-Inadäquatheit und den Gegensatz ihrer sinnlichen und außersinnlichen Bedingtheit siehe Benussi, Experimentelles über Vorstellungsinadäquatheit, I, Ztschr. f. Psych., 42, S. 22ff. (1906).

[11] Siehe S. 42ff.

[12] Siehe S. 368ff.

[13] Oppel, Über geometrisch-optische Täuschungen. Jahresbericht des physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. 1854/55, S. 37ff. — Nachlese zu den geometrisch-optischen Täuschungen, ebenda 1856/57, S. 47ff. und 1860/61, S. 26ff. — Die Benennungen der einzelnen Fälle geben wir nicht in historischem, sondern in praktischem Interesse und wählen sie auch unter diesem Gesichtspunkte aus.

[14] Müller-Lyer, Optische Urteilstäuschungen. Du Bois-Reymonds Arch. f. Physiologie, 1889, Supplem., S. 263ff.

[15] Zöllner, Über eine neue Art von Pseudoskopie und ihre Beziehungen zu den von Plateau und Oppel beschriebenen Bewegungsphänomenen. Annalen der Physik und Chemie, 186 (1860).

[16] Oppel, Über geometrisch-optische Täuschungen. Jahresbericht des physikal. Vereins zu Frankfurt a. M. 1854/55, S. 37ff.

[17] Einen guten, wenn auch nicht durchaus vollständigen, Ersatz dafür findet man bei Benussi, Zur Psychologie des Gestalterfassens (in Untersuchungen zur Gegenstandstheorie und Psychologie, hg. v. Meinong, Leipzig 1904, Nr. V), S. 414ff.

[18] Siehe Näheres bei Witasek, Über die Natur der geometrisch-optischen Täuschungen. Zeitschr. f. Psychol. 19 (1899).

[19] Schumann, a. a. O., I, wo noch mehrere andere derartige Beispiele zu finden sind.

[20] Schumann, a. a. O., III/2 (Zeitschr. f. Psychol. 30, S. 330ff.).

[21] Benussi, Zeitschr. f. Psychol., 29 (1902), S. 264ff.

[22] Siehe a. a. O., S. 430 ff.

[23] Benussi, Zur Psychologie des Gestalterfassens. a. a. O., § 6.

[24] Vollständige Darstellung nebst ausführlicher Schilderung der Versuche und ihrer umfangreichen Ergebnisse siehe außer in den beiden bereits genannten noch in folgenden Arbeiten Benussis: „Experimentelles über Vorstellungsinadäquatheit", I, Zeitschr. f. Psychol., Bd. 42 (1906), S. 22 ff.; II, ebenda, Bd. 45 (1907), S. 188 ff. — „Über Aufmerksamkeitsrichtung beim Raum- und Zeitvergleich", ebenda, Bd. 51 (1909), S. 73 ff. — Ferner: Benussi und Liel, „Die verschobene Schachbrettfigur", in Untersuchungen zur Gegenstandstheorie und Psychologie, hg. v. Meinong, Leipzig 1904, Nr. VI.

[25] Exner, Über das Sehen von Bewegungen und die Theorie des zusammengesetzten Auges. Sitzungsberichte der Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-nat. Kl., III. Abtlg., 72 (1875), S. 156 ff.

[26] Hering, in Hermanns Handbuch, III, 1, S. 556.

[27] Siehe übrigens des Näheren: Witasek, Beiträge zur Psychologie der Komplexionen, Zeitschr. f. Psychologie, 14 (1896), wo die in Rede stehende Angelegenheit im Anschlusse an das allgemeine Problem der „Veränderungsauffassung", besonders auch an L. W. Sterns Lehre über diesen Gegenstand ausführlich erläutert wird.

[28] Fleischl, Physiologisch-optische Notizen, 2. Mitteilung. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-nat. Klasse, Bd. 86, 3. Abtlg. (1882), S. 8 ff., bes. S. 17 ff.

[29] Aubert, „Die Bewegungsempfindung", Archiv f. d. ges. Physiologie, 39 (1886), S. 347 ff., 40 (1887), S. 459 ff., 623 ff.

[30] Näheres siehe nunmehr bei Basler, Über das Sehen von Bewegungen. Die Wahrnehmung kleinster Bewegungen bei Ausschluß aller Vergleichsgegenstände. Arch. f. d. ges. Physiologie, Bd. 124 (1908), S. 313 ff. — Fujita, Die Schätzung der Bewegungsgröße bei Gesichtsobjekten. Zeitschr. f. Sinnesphysiologie, 44 (1909), S. 35 ff. — Ferner Aubert, a. a. O., und Bourdon, a. a. O., S. 176 ff., wo der

Unterschied zwischen „muskulär" und retinal wahrgenommenen Bewegungen gemacht ist.

[31] Siehe Aubert, a. a. O.

[32] Siehe Basler, a. a. O.

[33] Exner, a. a. O. — Übrigens dasselbe auch Aubert, a. a. O.

[34] Basler, Über die optische Wahrnehmung kleinster Bewegungen. Münchener Mediz. Wochenschrift, 1906, S. 1940.

[35] Sehr untersuchenswert wäre es auch, was, meines Wissens wenigstens, bisher nicht untersucht worden ist, ob nicht die Bedingungen der Wahrnehmung kleinster Bewegungen irgendwie auch mit dem Aubert-Försterschen Gesetz zusammenhängen, dessen Zusammenhänge mit den Tatsachen der Sehschärfe, Aufmerksamkeit und Sehgröße erst in allerjüngster Zeit aufgedeckt worden sind. Siehe Jaensch, Zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen (Zeitschr. f. Psychologie, Ergbd. 4), Leipzig 1909.

[36] Hoppe, Die Scheinbewegungen. Würzburg 1879. S. 1ff. — Aubert, a. a. O. — Exner, Über autokinetische Empfindungen. Zeitschr. f. Psychol., 12 (1897), S. 313. — Bourdon, a. a. O., § 139, S. 333ff. — Charpentier, Sur une illusion visuelle. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie des sciences, CII (1886), S. 1155, u. a. m.

[37] Siehe hierzu Szily, Zum Studium des Bewegungsnachbildes. Zeitschr. f. Sinnesphysiologie, 42 (1907), S. 109ff.

[38] Borschke und Heschcles, Über Bewegungsnachbilder. Zeitschr. f. Psychol., 27 (1902), S. 387. — Tosaku Kinoshita, Über die Dauer des negativen Bewegungsnachbildes. Zeitschr. f. Sinnesphysiologie, 43 (1909), S. 434, und derselbe, Zur Kenntnis der negativen Bewegungsnachbilder, ebenda, 43 (1909), S. 420.

[39] Helmholtz, Physiol. Optik, 2. Aufl., S. 712.

[40] Marbe, Die stroboskopischen Erscheinungen. Philosophische Studien, hg. v. Wundt, Bd. XIV (1898), S. 376ff.

[41] Fischer, Psychologische Analyse der stroboskopischen Erscheinungen. Philosophische Studien, hg. v. Wundt, III. Bd. (1886), S. 128ff.

[42] Linke, Die stroboskopischen Täuschungen und das Problem des Sehens von Bewegungen. Psychologische Studien, hg. v. Wundt, III. Bd. (1907), S. 393ff.

[43] Vgl. dazu Marbe, Wundts Stellung zu meiner Theorie der stroboskopischen Erscheinungen und zur systematischen Selbstwahrnehmung. Zeitschr. f. Psychologie, 46 (1908), S. 345ff., und ferner Wirth, Erwiderung gegen K. Marbe, ebenda, 46 (1908), S. 429ff., und Linke, Meine Theorie der stroboskopischen Täuschungen und Karl Marbe, ebenda, 47 (1908), S. 203ff.

[44] Siehe hierzu z. B. Marbe, Die stroboskopischen Erscheinungen, a. a. O., S. 379.

4. Kapitel.

[1] Heine, Scheinbewegungen in Stereoskopbildern. Klinische Monatsblätter f. Augenheilkunde, 40 (1902), S. 369. — Eine andere Erklärung des Falles bei Best, Über Projektion stereoskopischer Photographien und über stereoskopische Scheinbewegung, ebenda, 41 (1903), S. 449.

[2] Hering, in Hermanns Handbuch, III, 1, S. 573f.

[3] Das Wesentliche des Gegensatzes von anschaulich und unanschaulich vorgestellter Tiefenentfernung fällt zusammen mit dem Unterschiede zwischen Sehgröße oder scheinbarer Größe einer-, und geschätzter Größe andererseits (siehe den übernächsten Paragraphen, S. 391ff.), nur daß es sich dabei nicht um Ausdehnung nach der ersten und zweiten Dimension handelt, sondern um Ausdehnung nach der dritten Dimension, speziell um die Größe der Strecke zwischen dem Auge und dem Gegenstande, beide natürlich als Sehdinge genommen. Die anschaulich vorgestellte Tiefenentfernung ist die scheinbare Größe (Sehgröße) der Entfernung des Objektes vom Beschauer, die unanschaulich vorgestellte Tiefenentfernung ist die entsprechende geschätzte Größe. Korrekt müßte man dabei vom immanenten Gegenstande der anschaulichen bzw. unanschaulichen Vorstellung der Tiefenentfernung sprechen, nicht kurz von der anschaulich vorgestellten Tiefenentfernung.)

[4] v. Sterneck, Der Sehraum auf Grund der Erfahrung. Psychologische Untersuchungen. Leipzig 1907.

[5] Siehe einiges Nähere dazu in meiner Besprechung des genannten Buches von Sternecks in der Zeitschr. f. Psychologie, 46 (1908), S. 379ff.

[6] Siehe dazu gleichsinnige Ausführungen an mehreren Stellen des zweiten Kapitels von Stumpf, Der psychologische Ursprung der Raumvorstellung, Leipzig 1873.

[7] Siehe S. 287.

[8] Sachs und Meller, Über einige eigentümliche Lokalisationsphänomene in einem Falle von hochgradiger Netzhautinkongruenz. Archiv f. Ophthalmologie, 57 (1904), S. 1ff.

[9] Über das Wesen der „Annahme" siehe Meinong, Über Annahmen. Leipzig 1902. Kurze Zusammenfassung der Hauptsachen in Witasek, Grundlinien der Psychologie. Leipzig 1908.

[10] Siehe hierzu z. B. Messer, Empfindung und Denken. Leipzig 1908. S. 38, 51.

[11] Kramer, Über eine partielle Störung der optischen Tiefenlokalisation. Monatsschrift f. Psychiatrie u. Neurologie, 22 (1907), S. 189ff.

[12] Der vornehmste Vertreter dieser Auffassung, Wundt, baut seine Theorie der hergehörigen Tatsachen auf dem Grundsatz auf: „Der zuerst fixierte Grenzpunkt oder derjenige, von dem eine Augenbewegung ausgeht, erscheint regelmäßig als der dem Beschauer nähere". (Wundt, Die geometrisch-optischen Täuschungen, im 24. Bande der Abhandlungen der math.-phys. Klasse der Kgl. sächs. Ges. d. Wiss., 1898, S. 68.) Um diese Auffassung mit der oben vermerkten unumstößlichen Beobachtung in Einklang zu bringen, sind Hilfsannahmen erforderlich, die für die sonstigen Stützen der Hypothese weitaus zu schwer und kompliziert erscheinen. — Siehe hierzu neuerdings auch die eben (während des Druckes) erschienene Arbeit von Becher, Über umkehrbare Zeichnungen. Arch. f. d. ges. Psychologie, XVI (1910), S. 397ff., deren Inhalt sich mit der von uns entwickelten Auffassungsweise fast vollständig deckt.

[13] Vicholkowska, Illusions of reversible perspective. The Psychological Review, vol. XIII (1906), S. 276. Daselbst auch gut geordnete Übersicht der Theorien.

[14] Burmester, Theorie der geometrisch-optischen Gestalttäuschungen. Zeitschr. f. Psychologie, Bd. 41 (1906), S. 322ff., Bd. 50 (1908), S. 219ff. In dieser Arbeit ist eine große Anzahl der interessantesten Beobachtungen zum obigen Thema sorgfältig verzeichnet und beschrieben und dann auf Grund dieses Beobachtungsmateriales zwecks genauer mathematischer Fixierung die involutorische reliefperspektivische Beziehung zwischen dem wirklichen Gegenstande und seinem invertierten Sehding abgeleitet. Sie bietet daher die Grundlage zu einer bis ins Einzelne gehenden theoretischen Behandlung dieser Tatsachen. Recht förderlich ist auch die als Anhang beigefügte historische Übersicht mit kritischen Bemerkungen.

[15] Im Original Fig. 2.

[16] Näheres über die Tatsachen — ohne theoretische Beigaben — in der zit. Arbeit Burmesters, woselbst auch Hinweise auf die übrige Literatur zu finden sind.

[17] Siehe die, wenn auch nicht in allen Einzelheiten völlig einwandfreie, im ganzen jedoch ausgezeichnete und wunderbar klare Durchführung aller einschlägigen und anschließenden Versuche bei A. W. Volkmann, Physiologische Untersuchungen im Gebiete der Optik, 1. Heft, Leipzig 1863, V, Über Ursprüngliches und Erworbenes in den Raumanschauungen, S. 139ff. — Die theoretischen Ausführungen dortselbst könnten wir indes nicht unverändert übernehmen.

[18] A. a. O., S. 156.

[19] Volkmann hatte sich zum selben Zweck eines Fadenkreuzes bedient, doch wäre dies im vorliegenden Versuche nicht zu brauchen.

[20] Aber nicht jenseits derselben, wie Volkmann meint, a. a. O., S. 150.

[21] Einen vielversprechenden Ansatz dazu bringt das —, eben während des Abschlusses des vorliegenden Manuskriptes erschienene — Buch von E. R. Jaensch, Zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen (Ergzgsbd. 4 der Zeitschr. f. Psychol.). Leipzig 1909. Die Frage nach dem Wesen und der Beschaffenheit des die Sehgröße erfassenden psychischen Gebildes ist hier nicht nur ausdrücklich aufgeworfen

sondern auch, obgleich nur unter vorsichtigsten Vorbehalten, einer Beantwortung zugeführt. Daß wir, wie die obigen Ausführungen zeigen, mit seiner Antwort nicht, oder wenigstens nur sehr teilweise übereinstimmen können, hindert uns keineswegs, das Verdienst, die Frage als solche erfaßt und eine diskutable Erledigung vorgelegt zu haben, anzuerkennen. An Stelle einer Diskussion oder Polemik wollen wir indes an dieser Stelle vorläufig nur unsere eigene positive Auffassung des Problems darlegen. — Siehe hierzu auch Poppelreuter, Über die Bedeutung der scheinbaren Größe und Gestalt für die Gesichtsraumwahrnehmung. Zeitschr. f. Psychologie, 54 (1909), S. 311 ff.

[22] Wir vermeiden den sonst so vielgebrauchten und naheliegenden Ausdruck „scheinbare Größe" absichtlich, weil er bereits sowohl im Sinne von „Gesichtswinkel" als auch im Sinne von „Sehgröße" verwendet worden ist und daher die Gefahr einer Verwechselung mit sich bringt. Eine natürlichere Anwendungsweise dürfte wohl die im Sinne von Sehgröße sein; doch ist auch dieser Ausdruck vollkommen deutlich und seiner Bedeutung wohl angepaßt.

[23] Hering, in Hermanns Handbuch der Physiol., III, 1, S. 542 (1879), ferner G. Martius, „Über die scheinbare Größe der Gegenstände und ihre Beziehung zur scheinbaren Größe der Netzhautbilder". Wundts philosophische Studien, Bd. 5 (1889), S. 601 ff. — v. Kries' „Beiträge zur Lehre vom Augenmaß" getrauen wir uns hier nicht heranzuziehen, da sie besser auf die geschätzte Größe als auf die Sehgröße bezogen werden dürften. Das eine Ergebnis dieser Abhandlung, daß der Gesichtswinkel im Bewußtsein nicht als solcher repräsentiert sei, daher auch nicht unmittelbar für die Größenschätzung zur Geltung komme, sondern nur implizite, kann übrigens, als in gutem Einklang mit unsern übrigen Darlegungen, mit Recht als wertvolle Belegstelle an dieser Stelle in Erinnerung gebracht werden. (Beiträge zur Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Helmholtz-Festschrift. Hamburg 1891. S. 173—193.)

[24] Hillebrand, Theorie der scheinbaren Größe bei binokularem Sehen. Denkschriften der Kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-nat. Klasse, 72 (1902), S. 255 ff.

[25] Hillebrand, a. a. O., S. 285.

[26] v. Sterneck, Der Sehraum auf Grund der Erfahrung. Leipzig 1907.

[27] Siehe das Zitat aus der Ahhandlung v. Kries' in der Anmerkung Nr. 23 dieses Kapitels.

[28] Damit wäre dem Einwande, den v. Kries gegen Hillebrand erhebt (Zeitschr. f. Psychologie, 33 (1903), S. 367), Rechnung getragen.

[29] Siehe dazu den Einwand gegen v. Sternecks „Sehwinkelgesetz" in der Besprechung seines oben genannten Buches, Zeitschr. f. Psychol., 46 (1908), S. 382.

[30] Panum, Die scheinbare Größe der gesehenen Objekte. Archiv f. Ophthalmologie, 5 (1859), S. 1ff.

[31] Siehe darüber Aubert, Physiologie der Netzhaut, Breslau 1865, § 144. — Koster, Zur Kenntnis der Mikropie und Makropie, Arch. f. Ophthalm., 42/3, S. 134ff. (1896), 45/1, S. 90ff. (1898). — Sachs, Zur Erklärung der Mikropie (nebst Bemerkungen über die geschätzte Größe gesehener Gegenstände). Arch. f. Ophthalm., 44/1, S. 87ff. (1897).

[32] Isakowitz, Messende Versuche über Mikropie durch Konkavgläser nehst Bemerkungen zur Theorie der Entfernungs- und Größenwahrnehmung. Arch. f. Ophthalm., 66 (1907), S. 477ff.

[33] Rollett, Physiologische Versuche über binokuläres Sehen, angestellt mit Hilfe planparalleler Glasplatten. Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. d. Wiss., math.-nat. Klasse, 42 (1860), S. 488ff. — Näheres siehe bei Zoth in Nagels Handbuch der Physiologie, III, S. 418ff.

[34] Siehe Reimann, Die scheinbare Vergrößerung der Sonne und des Mondes am Horizont. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorg., 30 (1902), S. 1ff. u. S. 161ff.

[35] Zoth, Über den Einfluß der Blickrichtung auf die scheinbare Größe der Gestirne und die scheinbare Form des Himmelsgewölbes. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol., 78 (1899).

[36] Guttmann, Blickrichtung und Größenschätzung. Zeitschrift f. Psychol., 32 (1903), S. 333.

[37] Claparède, L'agrandissement et la proximité appa-

rents de la lune à l'horizon. — A propos de la grandeur de la l'une à l'horizon. Arch. de Psychologie, 5 (1906), S. 121 ff., 254 ff.

[38] Siehe S. 311, Fig. 23, 24; S. 318 ff.

[39] Jaensch, Zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen (Ergzgsbd. 4 der Zeitschr. f. Psychol.), Leipzig 1909.

[40] v. Sternecks (a. a. O.) Theorie der Referenzflächen ist nicht eigentlich eine Erklärung als vielmehr eine Beschreibung des Phänomens. Wenn ein Beobachter die Sehgröße des Mondes in einem gegebenen Falle auf z. B. 21,8 cm abschätzt, so geht daraus gewiß hervor, daß er sich dabei — wenn nicht gerade den Mond, so doch — das Metermaß in einer bestimmten scheinbaren Entfernung vorstellt; wobei es allerdings vielleicht doch nicht ganz ausgemacht ist, daß diese scheinbare Entfernung der objektiven gleichen müßte, in der die angegebene Länge von 21,8 cm gleichen Gesichtswinkel mit dem Monde erhält. Aber daß dabei das Metermaß in einer bestimmten scheinbaren Entfernung, dem Leitstrahl der Referenzfläche, vorgestellt wird, und die Wahl dieser scheinbaren Entfernung bestimmte Gesetzmäßigkeiten zeigt, muß gewiß zugegeben werden, und ist psychologisch höchst interessant und wichtig. Es bleibt dann das Zustandekommen der Referenzflächen-Vorstellung und ihrer besonderen Gestaltung zu erklären, womit dann auch eine Erklärung der scheinbaren Mondvergrößerung zum mindesten angebahnt erscheint.

[41] Siehe S. 42 ff.

[42] Siehe S. 308 ff.

5. Kapitel.

[1] Siehe hierzu Stumpf, Über den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung. Leipzig 1873.

[2] Vgl. dazu neuerdings Stumpf, a. a. O.; ferner desgl. Wundt, Zur Theorie der räumlichen Gesichtswahrnehmung. Philosoph. Studien, XIV (1908), S. 1 ff. Der kritischen Ablehnung des Empirismus, die dort gegeben ist, wird man ohne weiteres folgen können; die gegen den Nativismus erhobenen Einwendungen indessen dürften sich kaum als

endgültig haltbar erweisen. — Wertvolle Gesichtspunkte zur Konzeption einer genetischen Theorie siehe bei Wirth, Die Probleme der Psychologischen Studien von Theodor Lipps. Arch. f. d. ges. Psychologie, XIV (1909), S. 217ff., bes. S. 254ff., Kap. III. Zur genetischen Erklärung der räumlichen Gesichtswahrnehmung, insbesondere nach der Anpassungstheorie.

Sachregister.

Aberration 277.
Absolute Lokalisation 211 ff.
Absolute Tiefenlokalisation 131 f., 154.
„Abtasten" der Raumgestalt mit der Stelle des deutlichsten Sehens 195 f.
Akkommodation 75 ff.
Akkommodation und Tiefenwahrnehmung 80 ff.
Akkommodationsbreite, relative, 76.
Akkommodationsgebiet 80.
Akkommodationskraft 81.
Akkommodationslinie 80 f.
Anästhesie, zentrale, während der Augenbewegung, 197.
Anomale Sehrichtungsgemeinschaft 236.
Anteil der Erfahrung an der Raumwahrnehmung 407 ff.
Assoziation der Augenbewegungen 76.
Assoziative Ausdeutung der Wahrgenommenen 8.
Asymetrie der Breitenwerte 193.
Aubertsches Phänomen 287, 361.
Auffälligkeit von Formen 308.
Aufmerksamkeit und absolute Lokalisation 227.
„Aufmerksamkeitsrichtung" und Gestalt 316.
Aufmerksamkeitsverteilung im Sehfeld 174 (u. a. a. O.).
Augenbewegungen beim Fernsehen 272.
Augenbewegungen beim Nahesehen 274.
Augenbewegungen, ihre Assoziation 76.
Augenmuskellähmung 225, 236 ff.
Augenmuskel-Empfindungen 201.
Ausfüllung des blinden Fleckes 56 ff.
Autokinetische Bewegungen 331.

Benennungsurteil 7.
Bewegung im seitlichen Gesichtsfeld 331.
Bewegungen des Auges 194 ff.
Bewegungen des Kopfes 285 f.
Bewegungen, autokinetische, 331.
Bewegungen, räumliche, Wahrnehmung derselben, 325 ff.
Bewegungsbahnen der Augen 274.
Bewegungsempfindungen und räumliches Sehen 201.

Bewegungskontrast 333.
Bewegungsnachbilder 332.
Bewegungsschwelle 329.
Bewegungswahrnehmung 325ff.
Binokulare Blicklinie und Lokalisation nach derselben 251.
Binokulare Parallaxe 141f.
Binokulares Tiefensehen 103, 119ff.
Binokulares Sehen 102ff.
Blickebene 188.
Blickfeld 198.
Blickfeld, seine Ausdehnung, 199.
Blickfeldfaktor 213.
Blinder Fleck 55ff.
Breitenwert 46. 162.
Breitenwerte, ihre Asymmetrie, 193.

Deckpunkte 110.
Denkraum 31.
Differente Netzhautstellen 172.
Dinge, wirkliche, 32.
Direktes Sehen 41.
Disparate Netzhautstellen 111.
Dondersscbes Gesetz 284.
Doppelbilder 173.
Doppeltsehen 111ff.
Doppeltsehen, monokulares, 235.
Doppeltsehen mit korrespondierenden Punkten 177ff.
Doppelverant 165.
Drehpunkt des Auges 79. 221.
Drehschwindel 226. 241.

Einauge, immaginäres, 257.
Einengung der Gesichtsfeldgrenzen 402.
Einfachsehen und Doppelsehen 111ff.
Einfachsehen mit disparaten Punkten 177ff.
„Empfindungshypothese" der geometr.-opt. Täuschungen 315.
„Empfindungstäuschung" 321.
Empirischer Horopter 187.
Empirismus 2ff. 408.
Empiristische Theorie der Raumwahrnehmung 2ff. 408.
Erfahrung 339. 341ff. 408.
Erfahrungshilfen zur Tiefenperzeption 355.
Erfahrungsmäßige Auslegung des ursprünglich Wahrgenommenen 8. 11. 36f.
Erfahrungsmotive in der Tiefenwahrnehmung 357.

„Fallhoropter" 194.
Fernpunkt 80.
Fixieren 77.
Fixsterngrößen 66.
Form des Raumes (im Kantschen Sinne) 4.
Formsinn 308.
Fusionsbewegung 175.

Genetische Theorie der Raumwahrnehmung 412.
Geometrisch-optische Täuschungen 309ff.
Geschätzte Größe 391.
Gesetz der identischen Sehrichtungen 253ff.

Gesetz der konstanten Orientierung 284.
Gesichtsfeld 35 ff.
Gesichtsfeld des binokularen Sehens 105.
Gesichtsfeldgrenzen, ihre Einengung, 402.
Gesichtslinie 41.
Gesichtsraum 38.
Gesichtsschwindel 225. 241.
Gesichtswinkel 63. 391.
Gestaltvorstellungen 306 ff.
Glanz, monokularer, 87.
Grenzen, äußere und innere des vorgestellten Raumes, 22.
Grenzen des Sehfeldes 67 ff.
Größe, geschätzte, 391.
Größe, scheinbare, 391.
Größentäuschungen 400.

Halbbild 173.
Haploskop 116 ff.
Haploskop und Tiefenwahrnehmung 138.
Heringsche Theorie des Raumsehens 161 f.
„Hinter" 159.
Höhenwert 46.
— der einzelnen Netzhautstellen 161.
Horizontalhoropter 188.
Horopter 186 ff.
—, empirischer, 187.
—, mathematischer, 187.
Horopterkreis, Müllerscher, 188.

Imaginäres Einauge 257.
Identische Netzhautstellen 110.
Identische Schrichtungen 253 ff.
Inkongruenz der Netzhäute 44.
Inkongruenzlängsschnitte 46.
Inkongruenzmittellängsschnitt 46.
Inkongruenzmittelquerschnitt 46.
Inkongruenzquerschnitt 46.
Innervationsempfindungen 239. 244.
Intensive Lokalzeichen Wundts 78.
Invertierbarkeit 381.

Kernfläche 191.
— stets eine Ebene 193.
Kernpunkt 159. 162. 191.
Kinderzeichnungen 367.
Knotenpunkt des Auges 40. 79.
—, reduzierter, 40.
Knotenpunktsparallaxe 79.
Kompensatorische Rollungen 286.
Konstante Orientierung, Gesetz der, 284.
Konstanz des Aberrationswinkels 284.
Konvergenz 76.
— und Tiefenwahrnehmung 85. 135 ff.
Konvergenzänderung und Tiefenwahrnehmung 139.
Konvergenzbreite, relative, 76.
Konvergenzplattenversuch 400.
Konvergenzwinkel 76.
Korrespondenz der Netzhäute 110. 113. 265.

Kreuzungspunkt der Richtungslinien 41.
Krümmung, scheinbare, seitlicher Geraden 310.
Kundtsche „Täuschung" 48.

Labyrinth, seine Beziehungen zur visuellen Raumwahrnehmung 287ff.
Längsdisparation und Tiefenlokalisation 174. 193.
Längsboropter 188.
Längshoropter und Dauer des Disparationsreizes 194.
Längsschnitte 41.
Lagerungsanomalien der Netzhautelemente 53.
Linien-Horopter 188.
Linienperspektive 360ff.
Linsenmikropsie 399.
Listingsches Gesetz 272f.
Lokalisation bei stark seitlicher Fixation 240f.
— bei Strabismus 235ff.
— im binokularen Sehfelde 106ff.
—, absolute, 211ff.
Lokalzeichen 410.
—, qualitative u. intensive, Wundts 78.
„Lothoropter" 194.
Luftperspektive 355.

Mathematischer Horopter 187.
Medianebene der Netzhaut 42.
Medianlokalisation 267.
— im binokularen Sehen 106f.
Meridian, scheinbar horizontaler, 76.
—, scheinbar vertikaler, 46.
Mikropsie 399f.
Minimum visibile 65ff.
Mittellängsschnitt 41.
Mittelpunkt des Sehraumes 28.
Mittelquerschnitt 41.
Mittelstelle der Sehsphäre 28.
Momentanhoropter 194.
Monokularer Glanz 87.
Monokulares Doppeltsehen 235.
Monokulare Stereoskopie 172.
Monokularlokalisationsdifferenz 265.
Monokularsehen, Eigenmerkmal der rechtsäugigen Empfindung gegenüber der linksäugigen, 183ff.
Müllerscher Horopterkreis 188.
Müller-Lyersche Täuschung 311.
„Muskel"-Empfindungen 201.

Nachbilder, scheinbares Wandern derselben, 234.
Nahepunkt 80.
Nativismus 2ff. 409.
Neckersche Würfel 379.
Neigung, scheinbare, der Vertikalen 310.
Netzhautelemente 53.
Netzhauthorizont 277.
Netzhautmeridiane 42.
Netzhautstellen, differente, 172.
—, disparate, 111.
—, identische, 110. 113. 265.
—, korrespondierende, 110. 113. 265.
Netzhautzentrum 41.
Nystagmus 235.

Orientierung, konstante, 284.
Orthostereoskopie 169.
Oppelsche Streckentäuschung 310.

Parallaxe des indirekten Sehens 78.
Parallaxenwirkung 355.
Partial-Horopter 188.
Perimeter 68.
Perspektive 360. 369ff.
„Physiologische" Erklärung der geometrisch optischen Täuschungen 315.
„Physiologischer Punkt" 67.
Poggendorffsche Täuschung 312.
Prävalenz der Konturen 176.
Primärstellung 36. 272.
Prinzip des größten Horopters 284.
Projektion von Nachbildern auf verschieden gestaltete Projektionsflächen 384.
Projektionstheorie 253.
„Psychologische" Erklärung 315.
Punkt, „physiologischer", 67.
Punkt-Horopter 188.
Purkinjés Gesichtsschwindel 226.

Qualität der Raumempfindung 159.
Qualitative Lokalzeichen Wundts 78.
Querdisparation 141ff.
Querhoropter 188.
Querschnitte 41.

Raddrehungswinkel 277.
Räumliche Gestalten 306ff.
Raum als apriorische Form 4.
Raum, wirklicher, 31.
Raumempfindung 19ff. 35ff.
Raumreiz 32ff.
Raumvorstellung 17ff.
Reduzierter Knotenpunkt 40.
Reproduktion, ihr Anteil an der Wahrnehmung, 8.
Richtungslinien 40.
—, ihr Kreuzungspunkt, 41.
Richtungslinienparallaxe 79.
Rollungen 118. 270.
—, kompensatorische, 286.
Rotationsbewegungen 282.

Schachbrettmuster 45.
Scheinbar horizontaler Meridian 46.
Scheinbar vertikaler Meridian 46.
Scheinbare Größe 391.
Scheinbare Krümmung seitlich liegender Gerader 310.
Scheinbare Neigung der Senkrechten zum Horizont 310.
Scheinbewegung bei Augenmuskellähmung 225. 236ff.
— bei stark seitlicher Fixation 225.
— beim Drehschwindel 226. 241.
— bei Nystagmus 235.
— bei passiven Augenbewegungen 226. 242.
Schielen 266.
Schiel-Lokalisation 266.
Schrödersche Treppenfigur 379.
Sehdinge 32.
Sehen, direktes, 41.
— mit bewegtem Auge 196ff.
Sehfeldfaktor 213.
Sehgröße 67. 355. 389ff.

Sehraum 30.
Sehraum-Mittelstelle 28.
Sehraumpunkte 30.
Sehraumsensorische Funktion des Augenbewegungsapparates 244.
Sehrichtung 247.
Sehrichtung des monokularen Sehens 260ff.
Sehrichtungen, Zentrum derselben, 257.
Sehrichtungsgemeinschaft 236.
Sehrichtungsgemeinschaft, anormale, 236.
Sehschärfe 62f. 170.
Sehsphäre 28. 30. 101.
Sehstelle 30.
„Sehtiefe" 89.
Sekundärstellung 207.
Stampfersche Scheibe 338.
Stereograph 340.
Stereoskop 166f.
— und Tiefenwahrnehmung 138.
Stereoskopie, monokulare, 172.
Sternhelligkeiten 66.
Strabismus 235. 266.
Stroboskop 172.
Stroboskopische Erscheinungen 172. 333ff.

Täuschungen, geometr.-opt., 309ff.
Theorie der Raumwahrnehmung, genetische, 412.
Theorie des räumlichen Sehens 407ff.
Theorie Herings 161f.; siehe auch Nativismus.
Tiefe im monokularen Sehen 70ff.
Tiefe, unbestimmte, 90ff.
Tiefendistanz, Unterschätzung der, 357.
Tiefenlokalisation der Doppelbilder 182.
Tiefenlokalisation, absolute, 131f. 154.
— u. Längsdisparation 193.
„Tiefenmitte" 159.
Tiefensehschärfe 127. 133. 170.
Tiefenunterschiedsempfindlichkeit 133ff.
Tiefenwahrnehmung durch Akkommodation 80f.
Tiefenwerte der einzelnen Netzhautstellen 161.
—, monokulare, 177.
Totalhoropter 188.
Totalqualität der Ortsempfindung 213.
Treppenfigur 379.
Trugbild 173.

Überschätzung der Vertikalen im Vergleich zur Horizontalen 48. 310.
— spitzer Winkel 311.
— der Konturen 355.
Umkehrbare Figuren 381.
Unbestimmte Tiefe 90ff.
„Unterschätzen" der Tiefenentfernungen 357.
Unterschätzung stumpfer Winkel 311.
Unterschiede der beiden monokularen Empfindungen voneinander 183ff.
Unterschiedsempfindlichkeit für Tiefenlagen 133ff.
— für Breite und Höhe, s. Sehschärfe.

„Urteilshypothese“ 315.
„Urteilstäuschung“ 368.

Verant 165.
Vergleichen 145.
Vergleichstäuschungen 49.
Vergleichungsurteil 7.
Vergrößerung der Gestirne in der Nähe des Horizontes 400 ff.
Versuch der binokularen Blicklinie 260 ff.
— der identischen Sehrichtungen 253 f.
Verteilung von Licht und Schatten 355.
Vertikale 361 ff., 368.
Vertikale im binokularen Sehen 107.
Vertikale, ihre Vorstellung, 287.
—; scheinbare Neigung derselben, 289.
Vertikalhoropter 188.
Visierlinie 77.
„Vor“ 159.
Vorstellungsproduktion 13, 291 ff., 305.

Wahrnehmung, ihre konstitutiven Momente, 6.
Wahrnehmung räumlicher Momente 325 ff.
Wahrnehmungsurteil 7.
Wandern der Nachbilder 234.
Wettstreit der Sehfelder 175 f.
Wiedererkennungsurteil 7.
Wirkliche Dinge 32.
Wirklicher Raum 31.

Zapfendurchmesser 67.
Zentrale Anästhesie während der Bewegungsphase 197.
Zentrum der Sehrichtungen 257.
Zerstreuungskreise 77, 118.
Zöllnersche Täuschung 311, 318.
Zutaten, reproduktive, zur Wahrnehmung 8.
Zyklopenauge 257.

O. F. Winter'sche Buchdruckerei in Darmstadt.

90